

Vol. III

I. 10. 1951

No. 4

---

# HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA, LIMNOLOGICA ET  
PROTISTOLOGICA

## EDITORES:

Gunnar Alm	H. d'Ancona	Kaj Berg	
Drottningholm	Padova	København	
E. Fauré-Fremiet	F. E. Fritsch	H. Järnefelt	
Paris	London	Helsinki	
P. van Oye	K. Ström	W. R. Taylor	N. Wibaut-Isebree Moens
Gent	Oslo	Ann Arbor	Amsterdam



---

UITGEVERIJ Dr W. JUNK — DEN HAAG — 1951

HYDROBIOLOGIA publishes original articles in the field of Hydrobiology, Limnology and Protistology. It will include investigations in the field of marine and freshwater Zoo- and Phytobiology, embracing also research on the Systematics and Taxonomy of the groups covered. Preliminary notices, polemics, and articles published elsewhere will not be accepted. The journal, however, contains reviews of recent books and papers.

Four numbers of the journal are published every year. Each number averages about 100 pages. Contributions must be clearly and concisely composed. They must be submitted in grammatically correct English, French, German, Italian or Spanish. Long historical introductions are not accepted. Protocols should be limited. Names of animals and plants must be given according to the laws of binominal nomenclature adopted at the recent International Congresses of Zoology and of Botany, including the author's name; it is desirable that the latter should be given in full. Measures and weights should be given in the decimal system. Every paper has to be accompanied by a short summary, and by a second one, written in an alternative language.

Manuscripts should be typewritten in double spacing on one side of the paper. The original should be sent. Original drawings should be submitted. Text figures will be reproduced by line engraving and hence should not include any shading, although figures which cannot be reproduced in this manner will be accepted if necessary. All drawings should be made on separate sheets of white paper, the reduction desired should be clearly indicated on the margin. The approximate position of text-figures should be indicated on the manuscript. A condensed title, should be cited as follows: in the text — AHLSTROM (1934); in the references — AHLSTROM, E. H., 1934. Rotatoria of Florida; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 53: 252—266. In the case of a book in the text — HARVEY (1945); in the references — HARVEY, H. W.: Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, Cambridge Univ. Pr., London 1945. Author's names are to be marked for printing in small capitals, latin names of animals and plants should be underlined to be printed in italics.

The various types of printing should be indicated by underlining the words in the following way:

===== CAPITALS, e.g. for headlines; preferably *not* in the text.

===== or straight blue line: SMALL CAPITALS, e.g. *all* names of persons, both in the text and in the references.

===== heavy type, e.g. for sub-titles; preferably *not* in the text.

===== or straight red line: *italics*, e.g. *all* Latin names of plants and animals, except those in lists and tables.

===== spaced type.

Manuscripts may be sent to any member of the board of editors or directly to the hon. secretary, Prof. Dr. P. van Oye, 30, St. Lievenslaan, Ghent, Belgium, to whom proofs must be returned after being clearly corrected. Fifty free reprints of the paper with covers will be furnished by the publishers. Orders for additional copies should be noted on the form which is enclosed with the galleyproofs.

*Books and reprints are to be sent to the honorary secretary directly.*

# Deuxième Contribution à la Connaissance des *Peridinium*

par E. BALECH

Necochea, Argentine.

Cette publication a pour but de faire connaître les *Peridinium* trouvées sur le littoral de l'Argentine et de l'Uruguay, et de contribuer à la connaissance d'espèces déjà décrites mais dont on n'a pas fait l'étude détaillée de la tabulation (exception faite de *P. excentricum*). Dans l'état actuel de la taxonomie des *Peridinium*, il m'a semblé utile d'entreprendre une analyse plus approfondie des espèces de ce genre que celle à laquelle se sont bornés les auteurs qui y ont travaillé il y a 15 ans.

Tohru Hidemiti Abé, avec ses investigations de l'année 1936 ouvrit un nouvel horizon, attirant notre attention sur „l'area ventrale” si négligée auparavant. Aiguillé par ces études j'ai publié une première contribution (3) sur plusieurs espèces du genre, après avoir faire connaître la tabulation complète de *P. antarcticum* Schimper. Je ne connaissais par alors, par suite de l'isolement bibliographique imposé, en partie, par la guerre, la publication de H. W. Graham (11) incontestablement la plus moderne, par sa forme, des études parues jusqu'ici, au sujet des *Peridinium*.

L'une des espèces ci-dessous décrite, le *P. excentricum* Paulsen, fut présentée au premier Congrès de Biologie Marine de l'Amérique Latine, célébré au Chili.

Je remercie vivement le colonel H. G. Schenck, des Etats-Unis, le Dr. Easter E. Cupp, de Californie, le Dr. W. L. Schmitt, de Washington, le Dr. P. Bourrelly, de Paris, T. P. O. Menzies, de Vancouver, et mes amis J. J. Parodiz et J. Lapeyrade; tous m'ont beaucoup aidé dans les recherches bibliographiques. Je remercie aussi M. le Dr. H. W. Graham de ses magnifiques travaux et de ses lignes encourageantes, le Dr. G. Deflandre et Maria Lejeune—Carpentier de leurs excellents travaux sur les Dinoflagellés fossiles; les instituts: Bernice P. Bishop Museum de Honolulu, Marinbiologisk Laboratorium de Kopenhague, Comitato Talassografico Italiano et Instituto Español de Oceanografía de l'envoi de travaux publiés par eux, et M. le Dr. A. Bordas qui gracieusement m'a prêté son microscope.

Pl. I et II.

Une des espèces de *Peridinium* les plus grandes et d'aspect plus attrayant par suite de la longueur des cornes. Type de la section Oceanica, ortho quadra.

Côtés très convexes, avec angle  $\alpha$  relativement aigu: corne apicale très longue et fine. Antapicales très longues, fines et aiguës, très séparées à la base, avec divergence relativement petite (17—25°); droite légèrement plus longue. Les antapicales forment avec les bords de l'hypothèque une concavité remarquable. Cingulum étroit descendu, le décalage de ses extrémités correspondant à la valeur approximative de sa hauteur, délimité par de grandes ailettes hyalines. Plan cingulaire fortement incliné vers la région ventrale et postérieure. L'espèce est assez peu aplatie dorsoventralement.

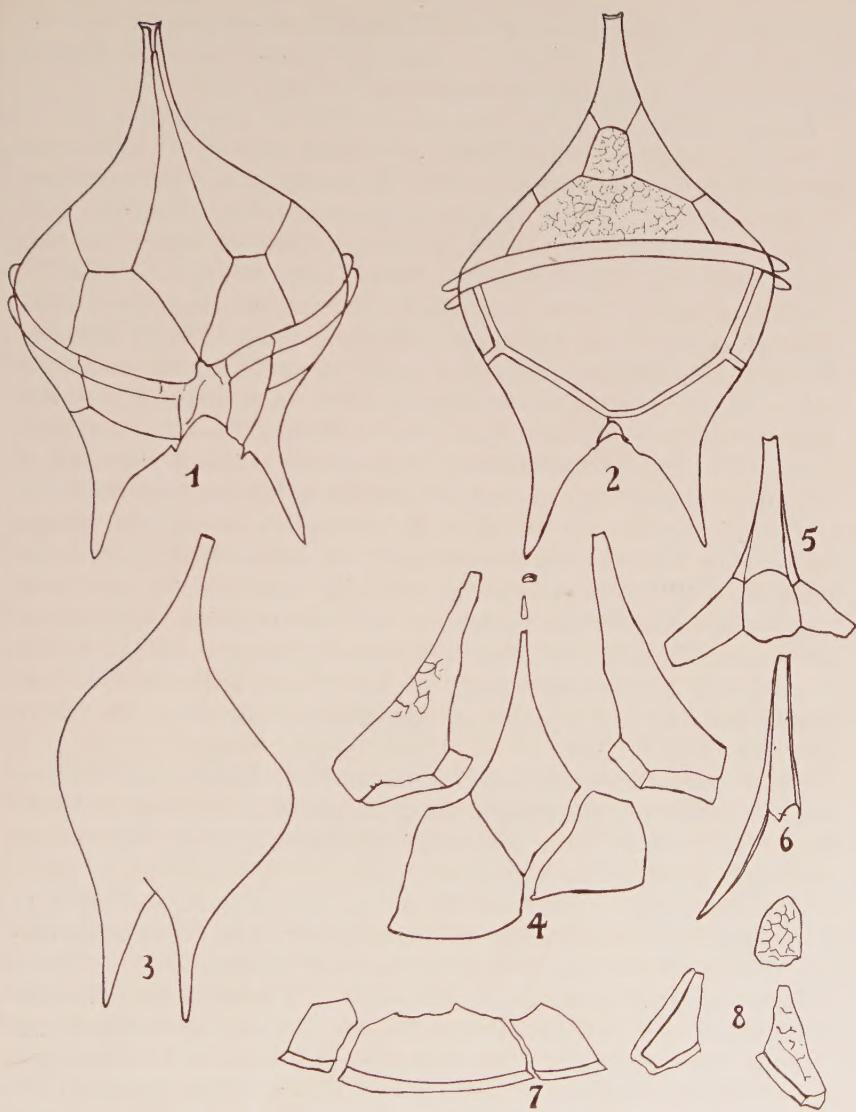
*Tabulation.* Plaque 1'rhomboïdale très haute; hauteur du triangle inférieur approximativement le tiers du total; vertex supérieur tronqué obliquement à droite et en arrière; vertex inférieur assez aigu: la ligne qui unit ces deux angles divise la plaque en 2 parties un peu asymétriques. Gouttière apicale de longueur moyenne, fermée par une petite plaque allongée, haute à peu près de 6—7  $\mu$ , un peu plus large en arrière. Pore apical couronné par une petite plaque demicirculaire ouverte à sa face ventrale, assez basse, de 4—4,5  $\mu$  de diamètre transversal.

1" et 7" à forme semblable, mais 7" beaucoup plus large et haute; en outre elle a un bord postérieur interne pour S.a. de longueur moyenne (8—9  $\mu$ ) renforcé; angle postérointerne presque droit. Le même est, en 1", assez aigu.

2' et 4' très allongées, très semblables mais 2' un peu plus longue et étroite en arrière; 4' assez large et de moyenne hauteur, presque symétrique (bord pour 2a un peu déplacé à gauche). 2a à hauteur moyenne étroite presque issodyamétrique un peu plus haute que large. 3' très étroite et longue; côté pour 2a fortement concave; côtés pour 1a et 3a petits, droits: côtés pour 2' et 4' longs un peu concaves et très bombés vers la région ventrale; par la suite la plaque semble plus étroite qu'elle ne l'est en réalité.

Cingulaires bien développés. C1 beaucoup plus courte que C3 (la moitié ou un peu plus); toutes les deux surtout C1, plus courtes que le bord postérieur de deux épithécales auxquelles elles sont reliées.

1" triangulaire curviligne étroite, avec petits bords renforcés; côté interne un peu sinueux; ailette sulcale large, décolletée au centre. 2" plus courte que 4". 3" pentagonale très grande. 5" tétragonale très allongé transversalement; côtés antérieur et interne



Pl. I. *P. oceanicum*. Fig. 1 et 2: vue ventrale et dorsale. Fig. 3: contour latéral droit. Fig. 4: plaques épithécales ventrales. Fig. 5: 3' et intercalaires. Fig. 6: 2' et 3'. Fig. 7: precingulaires dorsales. Fig. 8: intercalaires isolées. (1—3:  $\times 410$ )

Nomenclature des plaques cingulaires et sulcales: C<sub>1</sub>: cingulaire gauche; C<sub>2</sub>: cingulaire dorsale; C<sub>3</sub>: cingulaire droite. t: plaque de transition. S.a.: Sulcale antérieure. S.i.: sulcale gauche. S.d.: sulcale droite. S.m.: sulcôle moyenne. S.p.: sulcale postérieure. S.p.a. sulcale postérieure accessoire.

Les figures dont on ne donne pas l'augmentation sont à échelle arbitraire. Celles avec le même numéro correspondent au même individu.

renforcés, le dernier un peu décolleté irrégulièrement près de la moitié ou un peu en dessus. 1" " et 2" ", surtout 1" ", avec une crête hyaline dentelée irrégulière; cornes longues et creuses.

Sulcus profond et long, avançant un peu sur l'épithèque.

S.a. très longue et compliquée, rappelant celle de *P. depressum* par sa structure générale mais étant beaucoup plus étroite, surtout au bord antérieur. Partie perpendiculaire de même beaucoup plus longue et ailettes articulaires très hyalines et très larges. In situ forme à peu près un S italique. Partie antérieure très étroite.

S.i. en forme de J avec bord dorsal concave, renforcé. Bord antérieur fortement concave avec apophyse bien formée. Angle postéro-ventral (union des deux branches) avec un tronquement caractéristique. Marge ventrale très courbée à droite ou en dedans, avec des ponctuations (pores?). Longueur de la plaque 25—26  $\mu$  environ.

S.d. très allongée. Bord dorsal concave très renforcé, avec crêtes ventrales irrégulières; il porte aussi une ailette hyaline très développée qui finit en arrière par une forte épine hyaline et courbée. Marge convexe ou ventrale très irrégulière avec une série d'angles assez notables. Cette plaque a une quantité de ponctuations très fines.

S.p. avec courbe très fermée et fort renforcement émettant en dedans une apophyse très longue, beaucoup plus que celle de toutes les espèces que j'ai étudiées jusqu'ici. La branche droite est bien plus longue que l'autre. La plaque est très étroite mais elle a une ailette articulaire hyaline large.

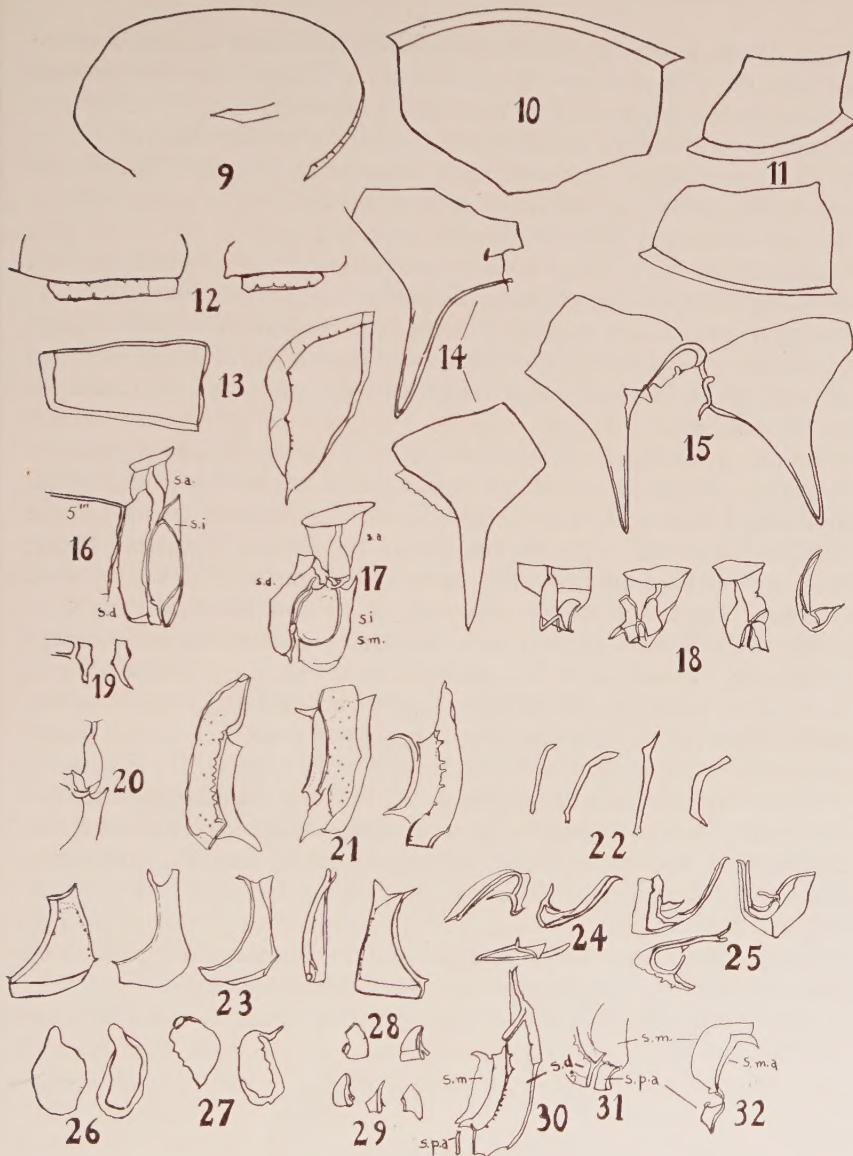
S.p.a. (sulcale post. accessoire) relativement forte et grande (8—9,5  $\mu$  de hauteur), triangulaire en certaines vues avec un côté renforcé. S.m. hyaline, concave très irrégulière, grande; extrémités, surtout la postérieure, saillantes.

Dans cette espèce j'ai isolé, de même que dans *P. depressum* et *P. antarcticum* une plaque courbe très étroite, que j'ai appelée sulcale dorsale et qui paraît renforcer la crête de la S.d.

Dimensions: longueur totale 160—210  $\mu$ . Transdiamètre 98—128  $\mu$ . Distance entre les antapicales 50—70  $\mu$ . Diamètre dorsoventral (mesuré dans seulement deux exemplaires) 97—98  $\mu$ . La corne apicale est d'environ 45—48  $\mu$ . Angle  $\alpha$  116—126°, la plupart 126°.

Les plaques générales ont une sculpture formée par des lignes irrégulières anastomosées et interrompues ne formant alors de véritables alvéoles.

L'espèce telle que je viens de la décrire répond aux exemplaires du sud de l'Argentine, donc des eaux froides, subantarctiques, surtout de 54° F. J'ai trouvé très peu d'exemplaires avec ces caractéristiques dans le plancton de Buenos Ayres et de l'Uruguay, et toujours un peu loin de la côte. Mais même dans le sud, et plus encore au nord, j'ai trouvé des individus plus courts, relativement plus



Pl. II. Plaques cingulaires, hypothécales et sulcales de *P. oceanicum*. Fig. 9: C<sub>3</sub>: en dedans schéma de l'extrêmeité gauche vue de dessus. Fig. 10: 3'''. Fig. 11: 2'' et 3'''. Fig. 12: C<sub>1</sub> et C<sub>3</sub> unies au 1'' et 7''. Fig. 13: 1''' et 5'''. Fig. 14: antapicales. Fig. 15: antapicales avec S.p. Fig. 16 et 17: sulcales sauf S.p. Fig. 18: S.a. en différentes positions. Fig. 19: deux aspects de t. Fig. 20: union de S.a. et S.i. Fig. 21: S.d. Fig. 22: sulc. dors. acces. Fig. 23: S.i. Fig. 24—25: S.p. Fig. 26—27: S.m. Fig. 28—29: S.p.a. Fig. 30: S.p.a., S.m. et S. droite. Fig. 31: relations de S.p.a. avec S.d. et S.m. Fig. 32: S.p.a., S.m. et S. dors. accessoire.

larges et sans le développement si bizarre des cornes qui paraît caractéristique de *P. oceanicum*. Evidemment ils doivent s'inclure dans le *P. oceanicum oblongum*. J'en ai étudié la tabulation, et les différences trouvées sont minimes. La tabulation sulcale est pratiquement la même et dans les plaques générales (sans compter la longueur moindre de celles des cornes) la différence la plus notable est, je crois, dans 3' qui est beaucoup plus courte en „oblonga”.

Actuellement j'ai trop peu de ce matériel d'étude (je voudrais bien en recevoir) pour me permettre d'approfondir le complexe *oceanica-oblonga*, mais il me semble évident que *oblonga* n'est plus qu'une variété de *P. oceanicum*, au moins que ceux que je considère *oblonga* ne sont pas assimilables à la forme que sous ce nom ont décrit les autres auteurs.

Bohm a souligné la conspécificité de *oblonga*, *arupinensis* et d'autres. Les opinions sont partagées parmi les auteurs car Broch, Paulsen, Lebour, Pavillard, Abé, Forti et Graham parlent de la variété *oblonga* du *P. oceanicum*, tandis que Cleve, Dangeard, Bohm et le même Paulsen dans son travail de l'année 1931 considèrent *oblonga* comme une espèce différente, bien que Bohm affirme que, pourtant, la question n'est pas éclaircie. Graham considère synonymes de *P. oceanicum* les variétés *orientalis* et *occidentalis* de *P. Murrayi* et la forme que Karsten a pris à tort pour *P. elegans* Cleve; quant à *oblongum* il semble (car il n'est pas assez net sur ce point) l'englober avec quelques autres formes sous le nom *P. oceanicum var tenellum* Graham, ce qui me paraît inacceptable du point de vue des règles de nomenclature. Il me semble préférable d'attendre une meilleure connaissance de l'espèce et de ses formes avant de créer des noms qui semblent avoir toutes chances d'aller grossir la liste des synonymes.

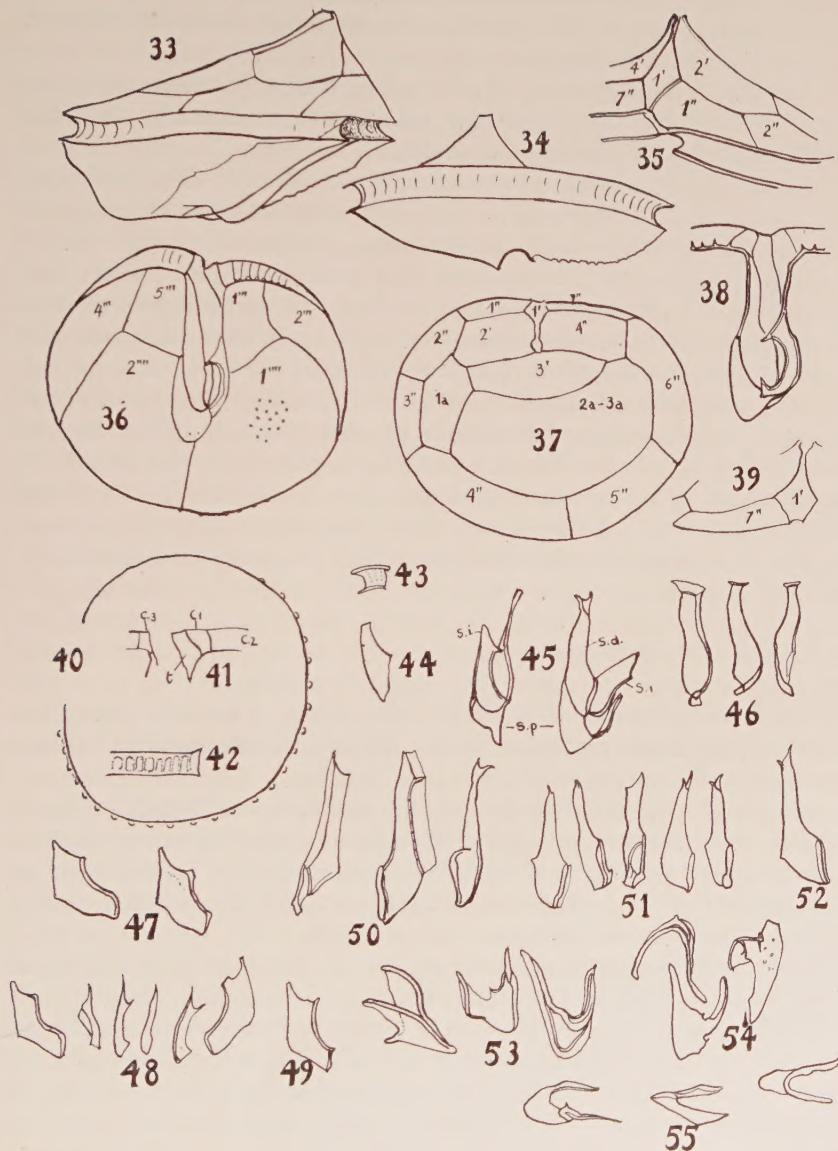
Comme remarque l'auteur américain, les formes larges et courtes de *P. oceanicum* ne sont pas aussi aisément différenciables de *P. depressum* que l'on pense. Pourtant elles s'en différencient bien par leurs plaques sulcales.

#### *P. excentricum* Paulsen

#### Pl. III.

Parmi les espèces qui peuvent abonder dans le plancton recueilli sur le littoral de l'Uruguay par mon infatigable collègue F. C. Müller Melchers, on trouve souvent celle-ci, considérée assez rare par quelques auteurs.

Elle se différencie très aisément par sa forme bizarre à aplatissement extraordinaire par suite duquel on la voit, dans les préparations, presque toujours en vue apicale ou antapicale, mais presque



Pl. III. *P. excentricum*: Fig. 33: Vue lat. droite. Fig. 34: vue dorsale. Fig. 35:  $r'$  in situ. Fig. 36: vue antapicale. Fig. 37: vue apicale. Fig. 38: région sulcale. Fig. 39:  $r'$  et  $7''$ . Fig. 40: C2. Fig. 41: C1, C3 et t. Fig. 42: extrémité de C2. Fig. 43: C1. Fig. 44: t. Fig. 45: sulcales sans la S.a. Fig. 46: S.a. Fig. 47—49: S.i. Fig. 50—52: S.d. Fig. 53—55: S.p. (Fig. 33:  $\times 710$ ; fig. 34, 36, 37:  $\times 650$ ).

jamais avec le cingulum tourné vers l'observateur. Par suite elle peut passer inaperçue et être confondue avec des individus d'autres espèces du même diamètre.

De grandeur moyenne, plutôt petite, incluse dans le sousgenre *Archaeoperidinium* à cause d'une intercalaire manquante; la architecture épithécale ventrale est ortho.

Extrêmement aplatie, surtout à la région dorsale de l'épithèque, amenant l'apex vers la région ventrale; celui-ci s'atténue nettement en haut formant une ébauche de corne apicale.

L'hypothèque, par contre, est plus aplatie ventralement si bien qu'unissant l'extrémité de l'apex et la partie la plus proéminente de l'antapex nous aurions un axe à grande inclinaison antéroventrale par rapport au cingulum (angle axocingulaire 43—47°). Point de cornes antapicales. Cingulum tout à fait caractéristique, profond et pourvu de fortes stries verticales, un peu descendant (dextrogyre). Sulcus à peu près horizontal, assez grand, plus large vers le dos (en arrière par comparaison avec les espèces „normales“) à extrémité distale elliptique bilobée, à lobe droit plus long.

Epi et hypothèque ponctuées en relief: sculpture plus forte dans l'hypothèque.

#### *Tabulation* Epithèque.

La forme anormale et la soudure des plaques 2a et 3a pour n'en faire qu'une seule à grande surface altèrent notablement la tabulation de cette partie.

La plaque 1', petite (longueur 11  $\mu$  environ), est rhombique assez régulière, à côtés à peu près rectilignes. Angle antérieur restant assez éloigné de l'apex, c'est à dire qu'il permet la formation d'un sillon apical assez long, élargi en haut, surmonté d'une petite plaque demi circulaire qui forme un rebord apical.

2a—3a beaucoup plus grande que les autres. On peut la considérer comme un pentagone curviligne irrégulier à base appuyée sur la 3' et la 4', c'est à dire, dirigée vers la région ventrale tandis que l'apex opposé correspond à l'articulation 4"—5". Toutes les autres plaques sont, comme on peut l'attendre étant donné le fort aplatissement, très allongée dans le sens horizontal. 1" plus courte et haute que 7".

Hypothèque. 1" et 5" trapézoïdales; 1" un peu plus large que 5". 1" et 2" grandes, assez aplaties.

Cingulum. C2 relativement plus grande que chez autres espèces ortho, laissant peu d'espace pour les cingulaires ventrales; elle est fortement sculptée dans toute sa longueur avec de fortes rides assez régulières qui vont de bord à bord; hauteur 8  $\mu$  environ (mesure prise sur la plaque désarticulée, car le cingulum est plus étroit).

Cingulaires ventrales très courtes, à tel point que la largeur peut l'emporter sur la longueur; bord supérieur plus court que l'inférieur, tous deux à fort rebord. Les deux plaques ventrales sont fortement concaves autant que la dorsale mais à sculpture réduite.

**Sulcus.** Long et remarquable, occupant plus des 2/3 de l'axe postéroventral. Toutes ses plaques sont allongées et très courbées. La transitionale (t) en forme de faux de moyenne longueur et avec la base postérogauche appuyé sur 1'' et le vertex tronqué, sur l'épithèque. S.a. de forme un peu semblable quand on la voit „in situ” mais beaucoup plus longue, presque le double, à concavité gauche en S italique. La partie s'articulant avec t est nettement concave et la plus longue du bord gauche; elle continue en arrière avec une partie qui apparaît selon la position de la plaque, comme un peu concave, droite ou un peu convexe. Une partie de cette portion se dresse pour former la branche verticale qui dans cette espèce est très réduite, en forme de rebord qui se détache comme une oreillette dirigée à droite. Marge droite convexe, puis concave, et plus bas de nouveau convexe, formant un angle assez remarquable.

S.d. aussi en forme de faux, large en arrière, acuminée en avant. Côté gauche nettement divisé en deux: la partie antérieure, sans renforcement, embrassant la S.a.; la postérieure, beaucoup plus courte, en peu flexueuse, suivant à peu près la ligne moyenne. Le côté droit peut apparaître en forme de J regardant à gauche, mais en changeant son inclinaison on le voit divisé en deux branches ou côtés, dont l'un, l'antérieur, plus droit, suit l'axe du sulcus; l'autre, fortement incliné à gauche et plus fort, forme avec l'antérieur un angle saillant. Extrémité antérieure formée par un côté concave presque perpendiculaire au plan de la plaque. On peut dire qu'elle est produite par bifurcation en haut de la marge gauche de la plaque.

S.i. beaucoup plus courte, large. Limitée par 5 bords: droit antérieur ou majeur, droit postérieur ou mineur, antérieur, postérieur et gauche, le plus long étant le gauche, presque rectiligne et sans renforcement. Le postérieur est oblique à peu près rectiligne et sans renforcement, comme l'antérieur. Celui-ci est concave à angle gauche nettement plus dressé que l'autre. Les deux bords droits sont, par contre, renforcés; le plus grand, concave, le plus petit légèrement convexe. La plaque entière est inclinée à droite et vers la partie dorsale, avec son bord gauche dressé. Le droit, renforcé, comme déjà dit, limite avec le bord renforcé de la plaque droite la région du pore. On doit noter que le dit bord de la S.d. est complexe, divisé, correspondant, peut être, à deux plaques.

S.p. en forme d'arc, à concavité très forte. Branche droite très large en arrière et formant un angle arrondi s'avancant vers la partie postérieure; c'est lui qui forme une espèce de bourse ou lobe droit

de l'extrémité du sulcus. La branche gauche reste presque invisible car elle disparaît contre le bord correspondant du sulcus. La plaque est difficile à décrire par suite de son irrégularité et de ses quelques plans: les figures 53—55 en donnent une idée assez exacte.

Dans l'ensemble le sulcus est relativement simple. Il manque la complexité de la S.a. si fréquente dans d'autres espèces et, à ce qui semble, les plaques que j'ai nommées sulcale moyenne, sulcale dorsale et la petite plaque accessoire postérieure. J'ai l'impression que les deux premières sont soudées à la S.d.

Dimensions: Transdiamètre 63,5—55  $\mu$ . Diamètre dorsoventral 47,5—54,5  $\mu$  (la plupart 53  $\mu$ ; le transdiamètre plus fréquent; 58—59  $\mu$ ). Hauteur 33—36  $\mu$ . Dans un exemplaire de 36  $\mu$  l'axe est de 56  $\mu$ . Hauteur du cingulum 4,5—5  $\mu$ .

Stations: Dans le plancton d'Atlantida, abondante pendant juillet et août, puis rare, faisant défaut pendant l'été.

Pavillard a donné un bon dessin de la tabulation de l'épithèque. Abé (1) fit l'étude du sulcus en signalant bien toutes les plaques, mais n'en donnant pas beaucoup de détails. De plus, sa fig. 101 donne l'idée fausse que la plaque S.d. est fissurée.

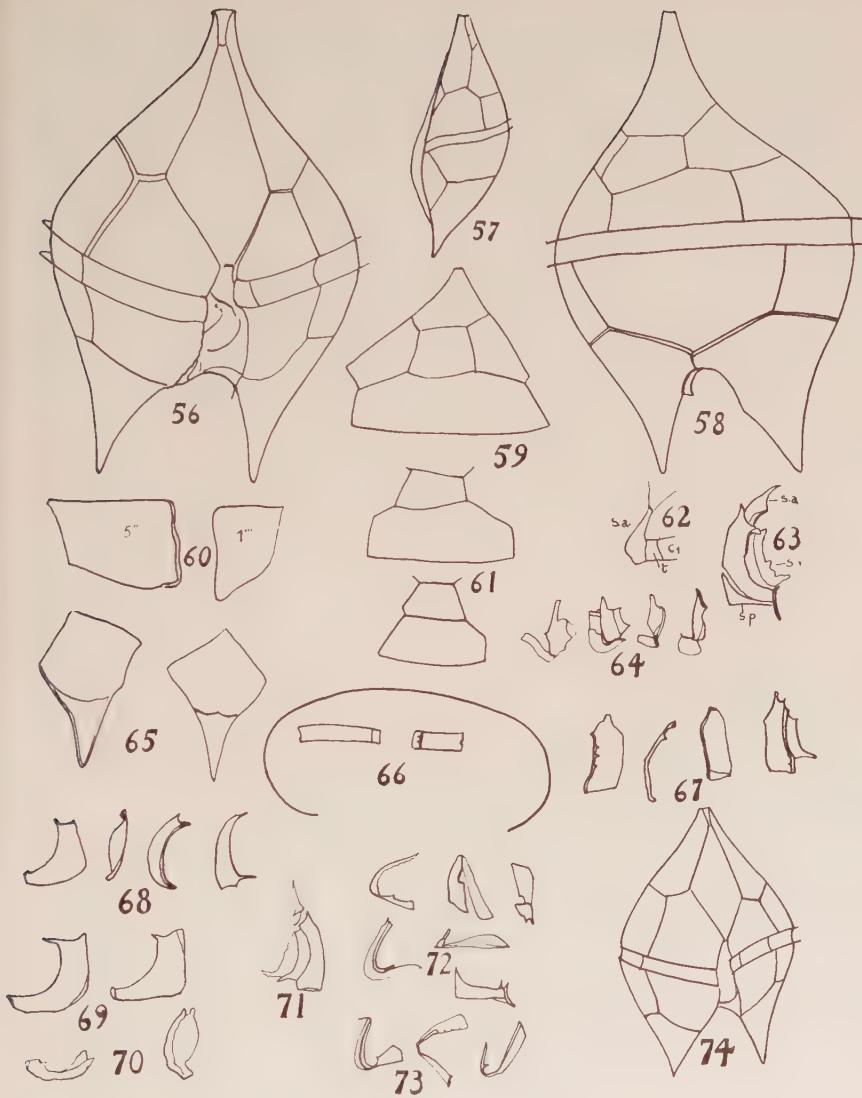
Quant à l'ubication de l'espèce dans le genre les auteurs sont d'accord qu'elle s'éloigne des autres espèces connues jusqu'à présent, sauf le *P. groenlandicum* Wol., d'ailleurs mal étudié. Paulsen (13) qui l'a découverte, la place dans le sousgenre *Archaeperidinium* et forme avec elle et l'espèce de Wol. une section appelée excentrica, caractérisée par l'épivalve asymétrique. Abé maintient cette section.

### *P. claudicans* Paulsen 1907

#### Pl. V.

Espèce moyenne, aplatie dorsoventralement, avec des cornes bien développées mais se continuant graduellement avec le corps de la loge. En vue ventrale: côtés très arrondis (angle  $\alpha$  très ouvert). Ortho penta ou quadra avec les ailettes du sillon transversal peu développées: plonozone ou légèrement cavozone, descendante. Antapicales peu divergentes, larges et creuses. Ailettes sulcales réduites aussi.

Plaque 1' rhombique étroite; triangle supérieur un peu plus court que l'inférieur. Vertex inférieur aigu. Côtés gauches légèrement concaves, parfois presque droits. Côtés droits plus courbes et un peu plus irréguliers. 1" nettement plus petite que 7"; toutes les deux assez largement articulées avec la sulcale antérieure, surtout la 7". Toutes les deux ont leur bord supérieur pour 2' et 4' respectivement, petit et concave. Angles intérieurs inférieurs légèrement proéminents.



Pl. IV. *P. claudicans*. Fig. 56—58: vues ventrale, dorsale et lat. gauche d'un penta. Fig. 59: épithécales dorsales d'un quadra. Fig. 60: 1'' et 5''. Fig. 61: 4'' et 2a d'un quadra asymétrique et d'un penta presque quadra. Fig. 62: t et S.a. Fig. 63: sulcals. Fig. 64: S.a. Fig. 65: antapicales. Fig. 66: cingulaires. Fig. 67: S.d. Fig. 68—69: S.i. Fig. 70: S.m. Fig. 71: S.a., S.d. et S.m. Fig. 72—73: S.p. Fig. 74: un individu quadra (Fig. 56 et 58:  $\times 650$ ).

2' et 4' allongées, presque symétriques.

Tabulation dorsale variable. La plus grande partie des exemplaires ont la plaque 4" pentagonale très asymétrique, plus haute à droite. 2a pentagonale aussi asymétrique mais plus haute à gauche. Il y a des individus quadra, mais en général ils sont assez asymétriques et montrent une certaine tendance à penta. 3' assez large, avec vertex large aussi.

Cingulum assez haut, oblique vers la région ventrale et en arrière, avec des ailettes très développées surtout la postérieure. Plaques peu sculptées. C3, ou droite, nettement plus longue que C1.

3" ' large, à vertex terminant au fond de l'échancrure formée par l'union des cornes antapicales. 1" ' triangulaire large mais avec le bord extérieur (hypoténuse) très courbe. 5" ' quadrangulaire aussi curviligne. 1" " et 2" " à base étroite, relativement petites, régulières. 2" " un peu plus grande que 1" ".

Sulcus assez profond, s'avancant beaucoup sur l'épithèque. t basse; par sa position, et son développement elle appartient tout à fait, dans cette espèce, au cingulum. Elle est rectangulaire asymétrique, un peu plus large en arrière et généralement solidement unie à S.a.

S.a. longue, effilée, en avant très irrégulière, de ce fait difficile à décrire. Son prolongement antérieur fait partie du côté droit de la plaque mais on voit chez la plupart des exemplaires, une prolongation plus petite à gauche. Ailettes peu développées. Partie verticale de moyenne grandeur. Par suite de son irrégularité, de sa transparence et aussi de la courbure dans le sens du plan de symétrie de la thèque, elle est très difficile à étudier; malgré le fait que la partie antérieure est relativement large, la plaque entière est assez étroite.

S.d. très convexe aussi et, par conséquent sa véritable forme est difficile à déterminer. Assez large, prolongé en avant et formant une apophyse quadrangulaire petite et abrupte. Bord dorsal renforcé, avec une ailette assez large, et aboutissant à une épine hyaline grande: ailette et épine à peu près perpendiculaires au plan général de la plaque et de ce fait peu visibles ou même invisibles lorsque la plaque est appuyée sur une des faces.

Entre les sulcules latérales, la S.m., irrégulière, hyaline mais discernable, très courbée dans le sens dorsiventral. S.p. à branches inégales, toutes deux étroites; branche droite avec une échancrure peu profonde; en regardant du dessus on observe là un renforcement peu saillant; branche gauche un peu plus longue s'élargissant régulièrement vers son extrémité libre.

Sulcale postérieure accessoire (S.p.a.) ou petite sulcale postérieure formant comme un renforcement de l'union entre la S.d. et la S.i.

Localité: Atlantida (Uruguay) dans des échantillons du 19 août 1947 et 28 octobre 1945.

Dimensions: Longueur totale 86,5—103  $\mu$ . Longueur de l'apex jusqu'au sinus antapical 67,5—78  $\mu$ . Transdiamètre 57,5—60  $\mu$ .

Paulsen n'en a pas donné la tabulation dans la description originale. En 1919 Barrows a catalogué l'espèce comme *ortho quadra* et *penta*. Lebour a trouvé que dans les mers anglaises la forme normale est *penta*. Paulsen a signalé dans la mer d'Alboran, pendant son séjour à Malaga (1930) deux exemplaires *hexa* (voir *P. Latidorsale*) et un *quadra*. Lindemann a aussi fait figurer des *hexa* mais il me semble évident qu'il s'agit là d'une espèce à contour tout à fait différent.

Je dois souligner que l'assimilation de *P. claudicans* et *P. oblongum* faite par Dangeard est tout à fait injustifiée car l'espèce de Paulsen est très différente du *P. oblongum* par la forme, les dimensions, la tabulation et surtout par ses plaques sulcales. *P. claudicans* doit être donc, considérée comme une espèce distincte.

*P. latidorsale* (Dangeard) nov. comb.

Pl. V.

*P. oblongum* var. *latidorsale* Dang. (8), pag. 8—11, fig. 7.

Forme assez semblable à l'espèce antérieure mais un peu plus ronde, c'est à dire, relativement plus large et plus épaisse (plus grand diamètre dorsiventral), *hexa* au lieu d'être *penta* ou *quadra*.

L'ayant confondue tout d'abord, après tant d'autres auteurs, avec *P. claudicans*, j'ai trouvé cependant des différences constantes qui les séparent. Ils diffèrent par la texture thécale, les mesures relatives, la tabulation de l'épithèque, de l'hypothèque et du sulcus. Dans l'épithèque, en plus de 2a *hexa* nous avons la 1' différente, plus irrégulière que celle de *P. claudicans*, à côtés droits remarquablement concaves près de l'angle respectif; par conséquent la plaque est très asymétrique. Angle inférieur se prolongeant par une espèce d'appendice.

1" et 7" à angle interne inférieur, plus saillant surtout dans 7" qui forme une véritable apophyse ou protubérance.

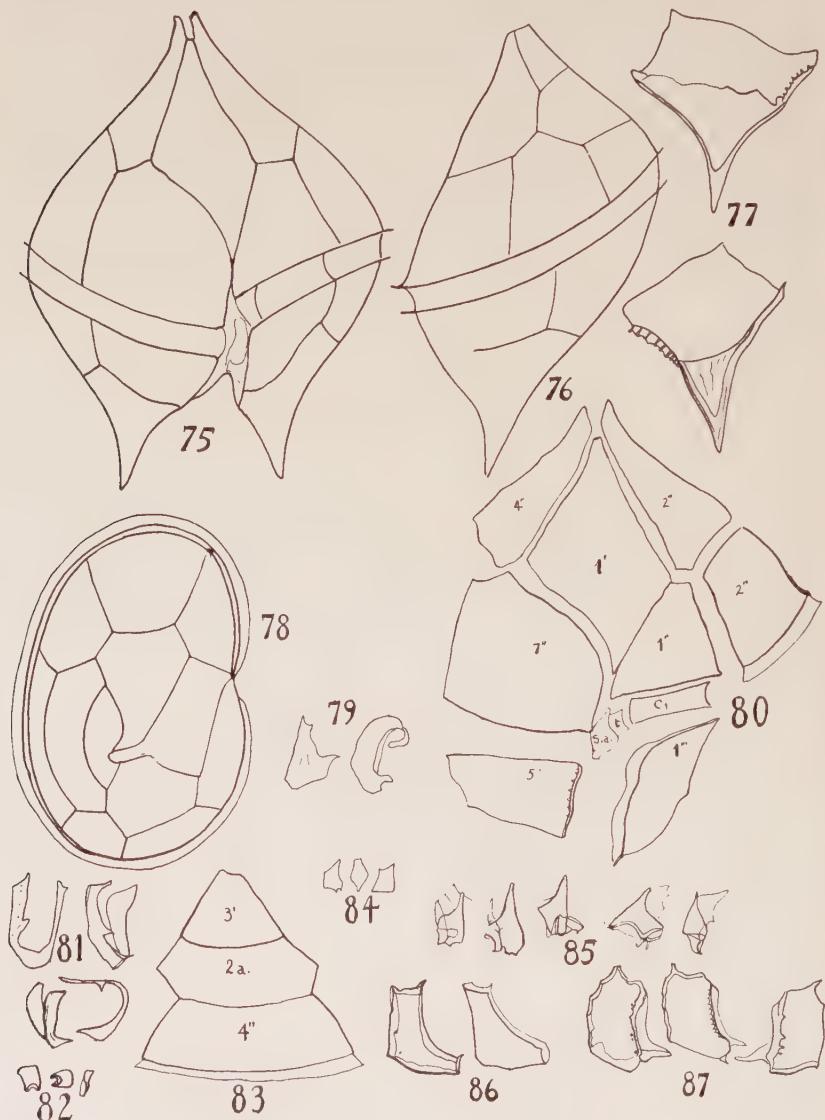
La tabulation dorsale est au contraire, assez asymétrique à 2a très grande.

Dans l'hypothèque nous trouvons un caractère différentiel assez constant en 1" qui est triangulaire, beaucoup plus étroite que celle de *P. claudicans* et elle a en plus une ailette plus développée. 1" et 2" sont à bases nettement plus larges, plus fortes avec une espèce de crête interne; cornes antapicales rugueuses (lisses dans le *P. claudicans*) et en plus elles ont tendance à être pleines à l'extrémité, et plus effilées que dans le type.

Dans le sulcus, S.a., bien qu'ayant la forme général de la S.a. de

*P. claudicans*, est à corps beaucoup plus large et à ailettes plus développées; jamais elle n'a de double appendice antérieur.

S.i. presque comme celle de l'espèce précédemment décrite, à



Pl. V. *P. latidorsale*. Fig. 75: vue ventrale. Fig. 76: vue lat. gauche. Fig. 77: antapicales. Fig. 78: vue apicale. Fig. 79: S.m. Fig. 80: quelques plaques ventrales. Fig. 81: S.p. Fig. 82: S.p.a. Fig. 83: épithécales dorsales. Fig. 84: t. Fig. 85: S.a. Fig. 86: S.i. Fig. 87: S.d. (Fig. 75, 76 et 78:  $\times 650$ ).

branche horizontale, également plus longue que la verticale. Par contre, les S.d. des deux formes sont assez distinctes, car celle de *P. latidorsale*, ayant le contour de celle de l'autre espèce, est notablement plus large et robuste; quand la plaque est appuyée sur une des faces on en voit bien l'ailette et l'épine (celle ci très grande). La S.p. est aussi plus robuste, et vue du dessus plus ronde et à renforcement émettant une saillie plus grande.

*P. latidorsale* a, comme on le voit dans la figure, non seulement un plus grand diamètre dorsiventral, mais encore il a le cingulum un peu plus incliné, à dos plus convexe, et dans la région ventrale l'épithèque et l'hypothèque forment un angle de 130° environ, tandis que l'homologue de *P. claudicans* jamais n'est au dessous de 160°; cette caractéristique est bien mise en évidence par la position des individus des deux formes, car autant la longueur est très difficile à mesurer chez *P. latidorsale* dans l'eau, par suite de la position toujours inclinée, autant *P. claudicans* reste facilement avec le vertex et les extrémités des antapicales dans un même plan.

Le cingulum de *P. latidorsale* a des membranes toujours bien développées, l'extrémité gauche est plus courbe. Les antapicales, de naissance plus brusque, sont un peu plus divergentes; en effet, tandis que dans l'espèce de Paulsen l'angle va de 16° à la négative (c'est à dire, à cornes un peu convergentes) dans celle ci il est presque toujours supérieur à 16° (minimum 11°).

L'angle  $\alpha$  mesuré selon les normes de Graham ne donne pas idée de la différence de contour car tous les deux ont cet angle de 141° à 152° en général, mais chez les hexa, j'en ai observé quelques uns plus grands (jusqu'à 129°). Comme on voit, quoique au premier abord les deux formes peuvent être confondues aisément, il y a une quantité de différences qui séparent mes „hexa” des „penta” et „quadra”, les deux dernières étant au contraire très semblables.

On doit donc considerer les hexa comme une espèce distincte et nous lui rapportons le *P. oblongum* var. *latidorsale* Dang. (8) malgré les quelques petites differences de détail, entre autres ceux de la vue laterale (mais évidemment il y a là une erreur dans la tabulation). En outre il est hors de doute que ces exemplaires ne sont pas de *P. oblongum* de même que les autres des variétés *symmetricum* et *inaequale* qui sont de vrais *P. claudicans*. Le nom que les soit-disants *P. claudicans* hexa doivent porter est, donc, *P. latidorsale* (Dang.) selon les règles de la nomenclature zoologique.

*P. claudicans* et *P. latidorsale* sont deux espèces très proches comme indiqué par le rapprochement général de la forme, la longueur égale, les angles et, en partie, l'angle des antapicales, l'évidente relation de tabulation sulcale, le protoplasme et la sculpture. Toutes les deux ont un protoplasma qui, fixé, présente une couleur jaunâtre très

claire; en général est très peu contracté, contrastant avec celui d'espèces comme *P. depressum*. La sculpture des deux espèces est fine et formée par des espèces d'alvéoles à peu près hexagonaux réguliers à diamètre ne dépassant pas 2  $\mu$ ; elle est plus forte chez *P. latidorsale*.

J'ai signalé les différences des plaques sulcales mais je dois dire que dans leurs traits fondamentaux elles sont du même type et leurs plaques gauches sont pratiquement égales.

*P. latidorsale* se rencontre en un nombre régulier d'exemplaires dans un échantillon du 27 juillet 1945, d'Atlantida, où la forme typique est absente.

Dimensions: Longueur 100—104  $\mu$ . Transdiamètre 70—74  $\mu$  (un seul exemplaire plus petit: 92/62  $\mu$ . Epaisseur: en suivant le cingulum, 60  $\mu$  environ, et entre la partie moyenne de l'épithèque et le point opposé de l'hypothèque, 40  $\mu$  environ.

*P. brochi* Kofoid & Swezy 1921

Pl. VI.

Petit *Peridinium* du groupe meta-quadra, circulaire ou légèrement ascendant, ceinture à peine cavozone et partageant la coque en moitiés de longueur à peu près égale.

La forme générale de cette espèce non seulement paraît être un peu variable d'un individu à l'autre mais aussi varie assez suivant la position, l'épithèque qui est à contour légèrement convexe pouvant apparaître à côtés rectilignes ou même un peu concaves.

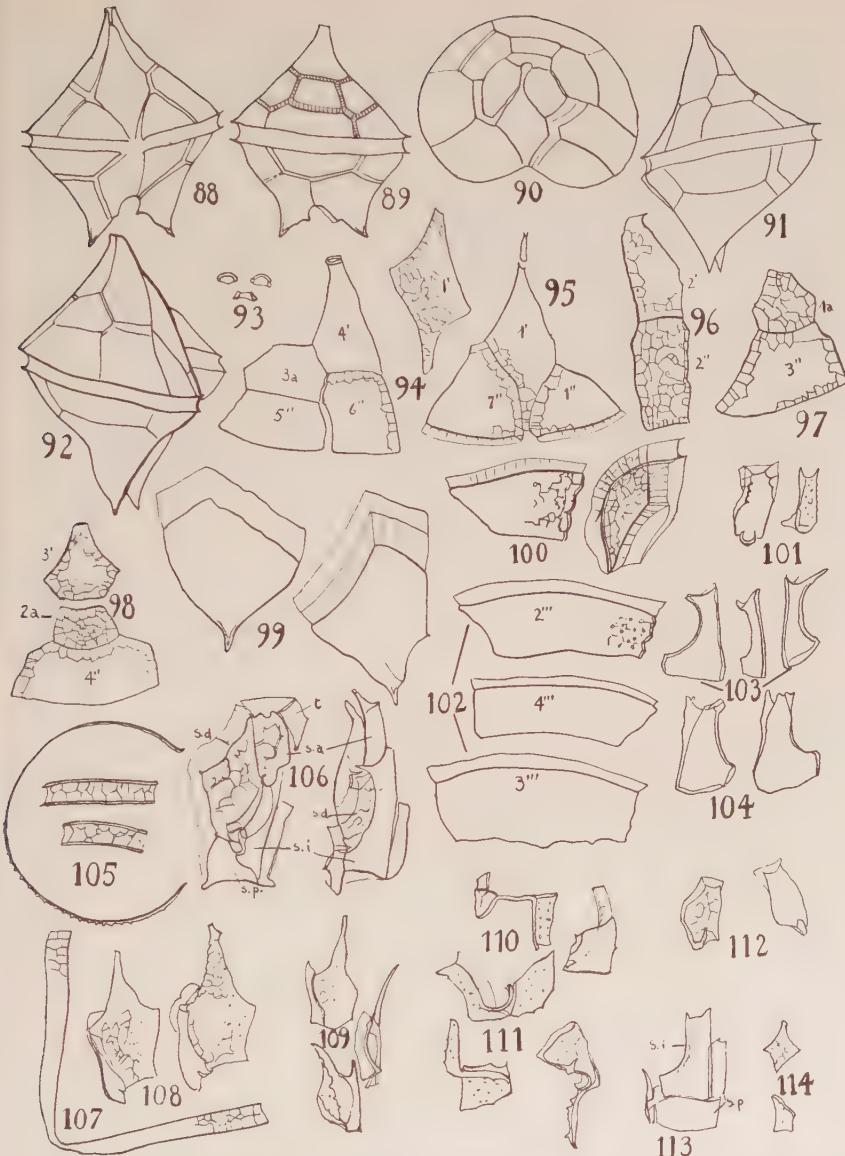
Corne apicale petite un peu élargie à l'apex. Antapicales subégales, nettement divergentes, terminées par une partie creuse, rugueuse.

Sillon équatorial, presque circulaire, c'est à dire que le diamètre dorsiventral se différencie peu du transversal.

Plaque 1' étroite, de 42 à 45  $\mu$  de hauteur, à forme générale rhombique asymétrique, mais, en réalité, avec une petite arête en plus à gauche, faiblement marquée, pour 2". Côté pour 7" bien plus irrégulier que celui pour 1", presque toujours convexe en haut; extrémité postérieure beaucoup plus effilé que l'antérieure; celle-ci finit par un tronquement oblique et un peu décolleté.

Plaque 7" un peu plus grande que 1", à forme plus ou moins trapézoïdale irrégulière, 1" étant, par contre, triangulaire à marges assez régulières. Toutes les deux, spécialement 7" avec une petite „oreillette" interne descendante.

2" presque rectangulaire (en réalité pentagonale irrégulière) allongée, un peu plus large en avant. 6", plus basse et large est, au contraire, plus étroite en avant, où elle soutient la 4'. 2' un peu plus courte et large que 4'. Plaque 1a assez petite, hexagonale, presque



Pl. VI. *P. brochi*. Fig. 88—89: vue ventrale et dorsale. Fig. 90: vue apicale. Fig. 91: vue lat. gauche. Fig. 92: vue lat. droite. Fig. 93: plaque apicale. Fig. 94: 1', 4', 5'', 6'' et 3a. Fig. 95: 1', 1'', 7'' et plaque de la gouttière. Fig. 96: 2' et 2''. Fig. 97: 3'' et 1a. Fig. 98: 3', 2a et 4''. Fig. 99: antapicales. Fig. 100: 5'' et 1''. Fig. 101: S.a. Fig. 102: 2'', 3'' et 4''. Fig. 103 et 104: S.i. Fig. 105: cingulaires (C1 et 3C plus augmentées). Fig. 106: Sulcales. Fig. 107: C2. Fig. 108 et 109: S.d. Fig. 110 et 111: S.p. Fig. 112: S.a. Fig. 113: S.p. et S.i. Fig. 114: t (Fig. 88—92:  $\times 385$ ).

aussi haute que large, soutenue par 3" qui a la marge cingulaire très longue (beaucoup plus que la hauteur de la plaque) et le bord interne ou ventral beaucoup plus haut que le dorsal. 5" plus basse, à côtés plus semblables. Plaque 3a plus large que 1a à bord antérieur beaucoup plus grand.

4" presque symétrique, assez haute, soutenant 1a 2a un peu plus large que haute, de 12 à 13  $\mu$  de hauteur environ, tandis que son bord postérieur peut atteindre à peu près 19  $\mu$ ; le bord antérieur entre 13 et 14,5  $\mu$ .

3a hexagonale, issodyamétrique si l'on considère les diamètres transversal et longitudinal les plus grands (21/21  $\mu$ ). Petite plaque annulaire assez forte, un peu asymétrique et à peu près semicirculaire.

Toutes les plaques épithécales sont fortement sculptées chez tous les spécimens étudiés, avec de grandes aréoles irrégulières mais qui, en général, deviennent régulières en approchant les bords suturaux ou elles tendent à prendre la forme quadrangulaire, forme difficile à trouver au niveau des aréoles de l'intérieur.

Cingulaires fortement sculptées comme les autres. Droite un peu plus longue que la gauche. Espace entre les bords ventraux (gauche et droit) de la C2 45  $\mu$  environ.

Cingulum garni de fortes ailes avec des stries ou crêtes bien prononcées. 1" en forme de fonte ou de lame de faux courte et large, à bords antérieur et interne renforcés; le bord interne porte au surplus une ailette hyaline fortement convexe et l'antérieur la membrane cingulaire. 5" en forme de trapeze, nettement plus grande. 2" et 4" presque rectangulaires, assez semblables. 3" pentagonale, moyenne, un peu plus longue et assez basse.

Antapicale gauche (1"") un peu plus irrégulière que la droite, toutes les deux avec épines et crêtes irrégulières. Toutes les hypothécales ont une sculpture forte et alvéolée mais qui se différencie de l'épithécale par les alvéoles qui sont plus irréguliers, la plupart ouverts, et dont les éléments les plus remarquables sont les élévarions (petits épines) des noeuds réticulaires.

Région sulcale large. Plaque t, à peu près rhombique, divisée en deux triangles très différents, sculptée comme les cingulaires. S.a. à axis antéropostérieur très peu dévié, large et grossière, sculptée aussi comme la t, à partie perpendiculaire très peu développée, apparaissant comme une protubérance basse et un peu émoussée.

S.d. très large, à corps pentagonal irrégulier se prolongeant en avant en un appendice très irrégulier s'articulant avec S.a et 5" ; marge interne du corps renforcée avec une ailette double et compliquée. Comme dans *P. pentagonum* et *P. pentagonoides* elle donne l'impression que l'une des ailettes, la plus grande et la plus irrégulière, est une plaque indépendante très intimement engrenée avec la

S.d. et représentant la S.m. La plaque S.d., sauf les ailettes, est alvéolée et de plus elle a de fortes ponctuations (poroïdes?).

S.i. en forme de L ou J, à bords internes renforcés, se prolongeant en avant par deux apophyses. La caractéristique la plus saillante de cette plaque est une espèce de dédoublement en avant de son bord externe, comme on le voit dans la fig. 104. Dans l'ensemble la S.i. est fortement concave transversalement.

S.p. compliquée, avec les deux branches latérales très dissemblables car la gauche est étroite, de même que la branche moyenne ou transversale; celle ci est renforcée à la concavité par une crête qui émet une petite apophyse à droite; branche droite très large et plus courte.

Toutes les plaques sulcales, sauf la S.i. qui a seulement quelques ponctuations, sont fortement sculptées, comme les plaques générales de la thèque.

Localités des récoltes: Atlantida (Uruguay) surtout dans un échantillon du 27 juillet 1945. Quelques exemplaires dans plusieurs pêches à Quequén (Argentine).

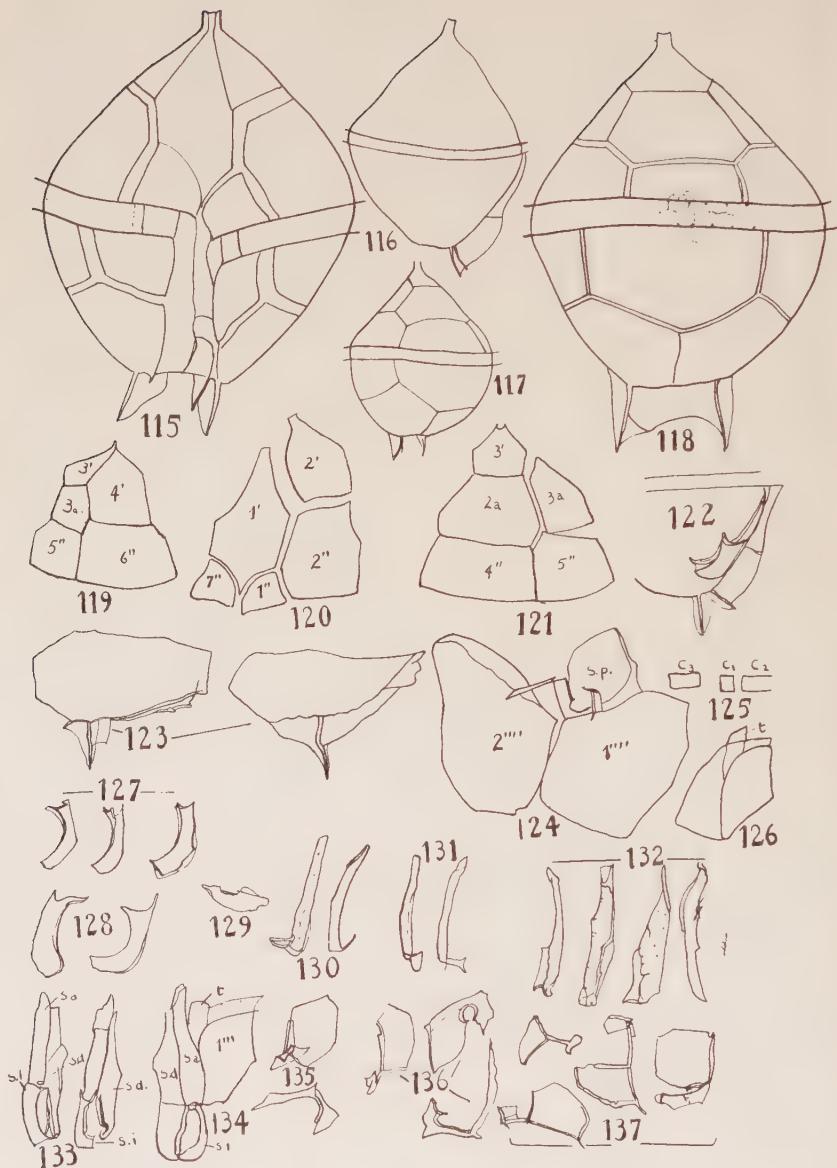
Dimensions: Longueur totale: 75—105  $\mu$  (la plupart 80—90  $\mu$  environ). Transdiamètre 60—75  $\mu$ . Epaisseur 45—51  $\mu$ . Angle des antapicales 30—55  $\mu$ .

Il me semble que sous le nom de *P. brochi* on a décrit plusieurs formes dont la parenté est à démontrer. En outre il reste toujours à résoudre l'énigme de l'espèce *P. divergens* Ehrbg. dont la représentation et la description ne sont pas suffisantes pour la déterminer. Cette incertitude est d'autant plus facheuse que *P. divergens* est la première espèce étudiée du genre *Peridinium* et que plusieurs auteurs l'on décrite, chacun à sa manière. Il me semble qu'il serait bon de s'entendre et de choisir un type pour l'espèce d'Ehrenberg ou bien de considérer *P. divergens* nomen nudum.

En parlant de cette espèce Pavillard dit (14): „ . . . il est beaucoup moins aisé de savoir s'il s'agit d'une seule espèce, bien définie ou d'un amalgame de formes, réellement étrangères les unes aux autres; l'absence d'une monographie autorisée se fait ici particulièrement sentir" (p. 62).

La plupart des auteurs modernes croient que *P. divergens* est une espèce meta-quatra et plusieurs considèrent que le *P. adriaticum* de Broch est tout près d'elle. Lebour et Matzenauer pensent qu'il s'agit, probablement, d'une variété de *P. divergens*. Paulsen dit que cette opinion est, sans doute, près de la vérité.

En examinant avec soin les travaux divers ayant trait au *P. brochi* (*P. adriaticum* Broch) on constate qu'on y a fait figurer des exemplaires assez dissemblables. Je crois qu'on doit séparer les spécimens à courtes cornes divergentes finissant par une espèce



Pl. VII. *P. tristylum*. Fig. 115: vue ventrale. Fig. 116: contour lat. droite. Fig. 117: vue dorsale-gauche. Fig. 118: vue dorsale. Fig. 119—121: plaques épithécales. Fig. 122: les plaques sulcales „in situ” (vue lat. droite). Fig. 123: antapicales. Fig. 124: 1", 2" et S.p. Fig. 125: C1 et C3. Fig. 126: t et 1". Fig. 127 et 128: S.i. Fig. 129: S.m. Fig. 130 et 131: S.a. Fig. 132: S.d. Fig. 133: sulcales et t. Fig. 134: sulcales, t et 1". Fig. 135—137: S.p. (Fig. 115 et 118:  $\times 650$ ).

d'épine, des individus plus grêles, à cornes du type commun. Broch lui-même a dessiné les deux.

Mes exemplaires, du type „à épines” sont bien caractérisés, en outre, par les fortes sculptures de presque toutes les plaques — incluses les sulcales — et ils ont en général des sutures très larges.

*P. tristylum* Stein

Pl. VII.

Espèce moyenne ou petite de dimensions assez variables, ovoïdale à pole mineur antérieur, avec apicale extrêmement courte quoique bien nette, débutant brusquement sur le sommet de l'épithèque; point d'antapicales, remplacées par des épines relativement longues. Epithèque conique convexe para-hexa. Coupe optique équatoriale à peu près circulaire.

Plaque 1' hexagonale assez large, asymétrique car le bord latéral gauche pour 2" est généralement plus grand que le droit pour 6"; néanmoins ce caractère est variable. Triangle postérieur nettement plus court que l'antérieur; une ligne unissant les extrémités supérieure et inférieure diviseraient la plaque en deux moitiés latérales dont la droite serait plus large et angleuse. Gouttière apicale courte. 1" généralement plus petite que 7" (chez quelques individus, très petite et surtout très étroite et irrégulière.

2" et 6" très larges. 2a haute et relativement courte. 3' pentagonale basse avec échancrure bien nette en haut.

Espèce planozone dextrogyre; le décalage des extrémités du cingulum correspondant parfois jusqu'à deux fois sa largeur. Sillon à peu près dans un plan perpendiculaire à l'axis longitudinal et un peu en arrière; hypothèque qui est, donc, plus courte que l'épithèque.

Cingulaire dorsale (C2) très grande formant presque à elle seule tout le cingulum; les C1 et C3 par conséquent très petites. Ailes cingulaires de moyenne longueur, fortes et fortement striées.

Hypothèque hémisphérique aplatie en arrière entre les épines qui, dans les exemplaires entiers, sont apparemment trois, deux gauches et une droite; même, dans certaines positions, en apparaît une quatrième, petite.

1" à vertex plus bas que 5" ; celle ci tendant vers la forme quadrangulaire. 1" en forme de fonte caractérisée par l'extraordinaire développement en arrière de l'ailette sulcale qui couvre les plaques sulcales. 1" et 2" grandes. 2" bien plus grande que 1". Sulcus assez étroit et faiblement creusé dans la coque mais s'élargissant progressivement en arrière. Plaque t assez effilée en avant.

S.a. et S.d. très longues formant à elles seules les 2/3 de la longueur du sulcus. S.a. très longue et étroite un peu amincie en avant, relativement simple à partie verticale réduite. En somme la plaque est un peu convexe vers la région ventrale. S.i. très courte, plutôt étroite en forme de J tourné vers le dos avec les apophyses, surtout la dorsale du bord antérieur, bien développées; toute la plaque est très courbée.

S.d. très différente de celle des autres espèces par sa grande longueur. C'est une plaque étroite, un peu courbée à convexité ventrale, bord antérieur avec membrane articulaire, bord droit faible, à angle proéminent un peu en haut de sa partie moyenne. Marge gauche ou interne un peu renforcée, surtout dans le tiers postérieur qui fait vis à vis à la S.i.; cette portion porte une aile presque perpendiculaire à la plaque, assez développée, à angle postérieur plus saillant mais, à ce qu'il semble, sans former une véritable épine. Extrémité postérieure renforcée et un peu soulevée vers la région ventrale.

S.m. très déliée mais bien formée, un peu concave vers le dos, avec la forme de cette plaque commune à d'autres espèces, présentant dans la partie moyenne dorsale un petit renforcement.

S.p. très compliquée formée par une branche transversale et deux latérales formant avec la première des angles à peu près droits. Branche transversale grêle; droite, courte et à largeur moyenne; branche gauche très large formant une lame hyaline saillante qui forme la partie postérieure de l'aile sulcale remarquable et qui se projette formant ce qui apparaît chez le spécimen entier comme épine gauche interne. Cette lame est assez courbe latéralement. La branche droite se projette aussi un peu formant ce qui peut sembler une deuxième épine droite.

Donc, des trois épines auxquelles fait allusion le nom spécifique, deux sont réelles et la troisième n'est que le profil d'une plaque sulcale.

Sculpture: les plaques de l'épithèque et de l'hypothèque ont une sculpture aréolée, à aréoles relativement grands et bien visibles. Avec grande fréquence les sutures sont très larges. La cingulaire dorsale a une double rangée d'aréoles; chez quelques spécimens les lignes de séparation des alvéoles de la même rangée s'amincent à tel point qu'elles ne sont pas bien visibles, la séparation des deux rangées restant pourtant bien nette; la plaque semble alors parcourue dans toute sa longueur par une ligne irrégulière, plus forte à quelques endroits.

Localité: dans plusieurs échantillons d'*Atlantida* surtout de juillet à août; plus rare dans le littoral de Buenos Aires.

Dimensions (prises sur 22 exemplaires): longueur (sans épines) 63—85  $\mu$ ; la majorité 70—76  $\mu$ . Hauteur de la corne apicale 3—6  $\mu$ . Longueur des épines 10—17  $\mu$  (presque tous les exemplaires 12,5  $\mu$ ),

transdiamètre 54—69. Diamètre dorsiventral 48—54  $\mu$ . Hauteur du cingulum 5  $\mu$  environ.

De cette espèce de Stein je n'ai pas la description originale mais seulement les études de Broch et Dangeard. Selon les exemplaires que j'ai étudiés elle est très variable, non seulement en grandeur mais aussi un peu en forme, contour et dimensiones des plaques générales. La tabulation n'est pas facile à discerner. Les plaques ont tendance à se déformer et sont difficiles à isoler. Tous les spécimens conservaient leur protoplasme brun foncé ce qui rend plus difficile encore l'examen de la tabulation. C'est ainsi que, malgré mes efforts répétés, je n'ai pas pu établir l'existence ou non d'une plaque „sulcale droite accessoire” comme celle étudiée par Graham chez *P. pallidum*. En réalité j'ai vu la C3 avec un prolongement un peu dilaté, un peu plus réfringent qui rappelle la plaque isolée par l'auteur mentionné, mais il ne m'a pas paru qu'il s'agissait d'une plaque indépendante.

L'affinité de l'espèce que je viens de décrire et de celle décrite par Graham sous le nom de *P. pallidum* est évidente. La tabulation de l'épithèque montre la même asymétrie de 1'; toutes les deux ont les cingulaires ventrales très petites, la 2" plus grande que 1", la même sculpture, les épines antapicales semblables, la plaque t de la même forme; le grand développement de l'aile de 1', la longueur de S.a. et S.d. semblent coïncider. Pourtant elles s'en différencient par quelques caractères: le contour, surtout celui de l'hypothèque, est plus arrondie chez l'espèce que j'étudie sous le nom de *P. tristylum*; sa corne apicale est plus abrupte, son cingulum n'est pas incliné vers la région ventrale, et il est aussi moins aplati et plus ascendant. La sulcale droite est beaucoup plus étroite, à angle externe plus en avant et son bord antérieur arrive presque au même niveau que celui de la S.a.; S.i., par contre, plus déplacée en arrière.

Ses contours sont semblables à ceux de *P. Schilleri* que Paulsen considère difficile à séparer de *P. tristylum*. Je dois remarquer que le contour thécal et la forme de 1' et de 3" de *P. pallidum* Ostenfeld selon Ostenfeld (1903) sont assez éloignés de ceux de l'espèce étudiée par Graham, mais par contre les dessins de l'auteur américain s'accordent assez bien avec ceux de Dangeard (6, 9). Selon celui ci (9), *P. tristylum* est une espèce très voisine de *P. pallidum* „et parfois difficile à distinguer”. En outre le groupe „para” est beaucoup moins étudié que les orthoperidinium.

Graham déduit de la constitution du sulcus que les espèces „para” se rapprochent plus du groupe „ortho” que du groupe „meta” malgré qu'il n'a pas étudié une espèce ortho dont le sulcus peut rappeler assez celui de *P. tristylum* et de *P. pallidum*: le *P. excentricum*, dont je fais connaître la tabulation ci dessus. La petitesse des cingulaires ventrales, la forme de la thèque et l'allongement des S.a. et S.d.,

aussi bien que le déplacement de la S.i. en arrière son semblables, malgré l'énorme différence des deux espèces par les autres caractéristiques. Mais je dois souligner qu'il me paraît prématuré et par conséquence dangereux d'établir l'unité des deux groupes. Et surtout quant on se base sur une seule espèce „para”. Je dois rappeler ici que *P. pentagonum* et *P. pentagonoides* sont étroitement apparentées, la première espèce étant ortho, tandis que la seconde est meta. Le *P. pentagonum*, ortho, a des plaques sulcales formant l'hypothèque tandis que selon Graham ce caractère est propre des meta.

En outre plusieurs meta étudiés par Abe (*Protoperidinium*) ont quelques caractéristiques qui rappellent celles de *P. tristylum* et *P. pallidum*, comme la longueur de S.a. et de S.d. Je crois convenable, donc, d'attendre un peu plus pour tirer des conclusions sur la phylogénie des espèces du genre à laquelle peuvent aider également les études des *Peridinium* fossiles (voir les travaux de Maria Carpentier Lejeune et de G. Deflandre).

### RESUMO EN ESPERANTO.

Chi tiu kontribuo celas pli bonan konon de kelkaj specioj de *Peridinium* jam priskribitaj sed de kiuj oni ne studis la sulkumon (sulcus), escepte *P. excentricum*. Sekvante la vojon montritan de Abé kaj de Graham mi faras tiun studon.

La tipan *P. oceanicum* mi trovis chefe che la sudo de Argentino, en malvarmaj akvoj. Tiuj de la nordo estas pli mallongaj kaj kun pli mallongaj kornoj; ili similas al *P. oblongum*. La manko de abunda materialo ne permesis al mi detalajn esplorojn pri la interrilatoj de ambau formoj sed shajnas evidente ke *P. oblongum* estas nur variajho de *P. oceanicum*.

*P. excentricum* kelkfoje abundas en la planktono de la urugvaja litoralo, sed tute mankas dum somero. Ghi estas bone studita de Abé, kiu tamen, ne donis multajn detalojn pri la sulkumaj tabuletoj. Lia figuro 101 false kredigas ke la S.d. estas fendita.

*P. claudicans* estas evidente bona specio; la tabularstudo klare montras tion. Tial la opinio de Dangeard tiurilate estas erara. Pluraj autoroj konsideras ke *P. claudicans* povas esti penta, quadra au hexa. La detala studio de tiaj ekzempleroj pruvis ke la hexa'j apartenas al alia specio sufiche parenca kiu estas nomita *P. oblongum* var *latidorsale* de Dangeard. Oni proponas por ghi la nomon *P. latidorsale*. Ghi estas pli ronda, kun dorso pli konveksa, cingolo (cingulum) pli inklinita, angulo formita de la epiteko kaj la hipoteko en la ventra regiono malpli granda (pli-malpli  $130^\circ$  kontrau ne malpli ol  $160^\circ$  en *P. claudicans*); aliaj karakteroj estas — inter aliaj —  $1''$  multe pli

mallargha, triangula, postaj kornoj malglataj ech iom plenaj che la ekstremoj: S.a. kaj S.d. pli largaj.

Shajnas ke sub la nomo *P. brochi* oni priskribis plurajn formojn kies parenceco ne estas pruvita. Ankau oni devas solvi la enigmon de *P. divergens* kies originala priskribo kaj desegnajho ne utilas. Oni devus konsideri *P. divergens* kiel nevaloran nomon (nomen nudum) au akordi elekti tipon. Mi esperas havi plian materialon alilokan por studi la rilatojn de *P. brochi*. Treege mi dankus la sendon de materialon. Detaile mi studis la tabuletaron de miaj ekzempleroj.

*P. tristylum* estas specio tre varia lau grandeco kaj formo, kaj ankau iom lau tabularo. La deformebaj tabuletoj estas malfacile disigeblaj. Mi ne trovis kroman cingolan tabuleton, kiel tiu trovita de Graham en *P. pallidum*.

Evidentighas parenceco de chi tiu specio kaj tiu priskribita de Graham sub la nomo de *P. pallidum* (sma skulpturo, malgrandeco de C1 kaj C3, sama formo de t, granda disvolvigho de la membrano de 1", granda longeco de S.a. kaj S.d.) sed *P. tristylum* estas pli ronda, ghia antaua korno estas pli abrupta; la cingolo ne inklinighas al la ventra regiono. Ghia konturo tre similas al tiu de *P. Schilleri*.

Diskutoj pri la interparenceco de la tri grupoj (ortho, meta kaj para) shajnas tro fruaj.

La jenaj simboloj estas uzitaj por la cingolaj kaj sulkumaj tabuletoj: C1 maldekstra cingola; C2, dorsa cingola; C3, dekstra cingola; t: transira (t.e. duon-cingola-duonsulkuma); S.a., antaua sulkuma; S.i.: maldekstra sulkuma; S.d., dekstra sulkuma; S.m., meza sulkuma; S.p., posta sulkuma; S.p.a., kroma posta sulkuma.

#### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) ABÉ, T. H. - 1936 - Report of the Biological Survey of Mutsu Bay, 29, Notes on the protozoan Fauna of Mutsu Bay, II, Genus Peridinium; Subgenus Archaeoperidinium, Sc. Rep. of the Tohoku Imp. Univ., 4th Series, Biology, Vol. X (4). Sendai—Japan, 639—686.
- 2) ABÉ, T. H. - 1936 - Report of the Biological Survey of Mutsu Bay, 30, Notes on the Protozoan Fauna of Mutsu Bay, III, Subgenus Protoperidinium: Genus Peridinium, Ibidem, Vol. XI (1), 19—48.
- 3) BALECH, E. - 1949 - Etude de quelques espèces de Peridinium, souvent confondues, Hydrobiologia, Vol. I (4), 390—409.
- 4) CANDEIAS, A. - 1930 - Fstudos de Plancton na Baia de Sesimbra, Bull. de la Soc. Portugaise des Sciences Naturelles, XI (3).
- 5) CLEVE—EULER, A. - 1937 - Sundets plankton, I Sammärsättning och fördelning, Undersök. över öres. undersuch. aus dem ör., Kungl. Fysiogr. Sällskapets Handl., N. F., Bd. 48 (9).

- 6) DANGEARD, P. - 1926 - Description des Péridiniens Testáces Recueillis par la Mission Charcot pendant le mois d'août 1924, Ann. de l'Inst. Océan., Paris, Nouvelle Série, Tome III (VII), 307—334.
- 7) DANGEARD, P. - 1927 - Péridiniens nouveaux ou peu connus de la croisière du „Sylvana”, Bull. de l'Inst. Océan., No 491.
- 8) DANGEARD, P. - 1927 - Notes sur la variations dans le genre *Peridinium*, Bull. de l'Inst. Océan., Monaco, No 507.
- 9) DANGEARD, P. - 1927 - Phytoplankton de la croisière du *Sylvana*, Ann. de l'Inst. Océan., T. IV (VIII), 287—405.
- 10) FORTI, A. - 1922 - Ricerche sur la flora pelagica (fitoplankton) di Quarto dei Mille (mare Ligure). - Rep. Comit. Talass. Ital., Mem. XCVII, 1—248, Venezia.
- 11) GRAHAM, H. W. - 1942 - Studies in the Morphology, Taxonomy, and Ecology of the Peridiniales - Scien. Res. of Cruise VII of the Carnegie during 1928—1929 - Carnegie Inst. of Wash. Publ. 542, 1—129.
- 12) MANGIN, L. - 1926 - Phytoplankton Antarctique, Exp. Ant. de la „Scozia” (1902—1904), 1—134.
- 13) PAULSEN, O. - 1931 - Etudes sur le Microplancton de la mer d'Alboran, Trabajo No 4, Inst. Español de Ocean., 1—108.
- 14) PAVILLARD, J. - 1931 - Phytoplankton (Diatomées, Péridiniens) provenant des campagnes scientifiques de Prince Albert 1er de Monaco, Res. des Camp. Scient. du Princ. de Monaco, 1—203.

# La productivité de l'eau

par

B. H. DUSSART

Station de Biologie Lacustre de Thonon (Hte Savoie)

## INTRODUCTION

La Productivité est la faculté de produire, c'est à dire d'engendrer, de faire naître, et même, dans un certain sens, de créer. C'est dire combien cette notion est fondamentale en matière d'économie, comme en matière de science.

Il existe au moins deux formes de Productivité d'importance inégale:

*La Productivité chimique*, c'est par exemple la formation par flocculation ou par précipitation de certaines roches. Dans des conditions données, la chaux, certains calcaires, l'argile se déposent et forment les sédiments. Etudier cette forme de Productivité est du ressort du géologue.

*La Productivité biologique*, est beaucoup plus importante et retiendra notre attention. Les matériaux minéraux et organiques contenus dans l'eau sont en effet l'objet d'une perpétuelle évolution et cette évolution a pour cause la vie au sein de l'eau.

Vouloir aborder l'étude de la Productivité de l'eau, c'est considérer cette eau comme un milieu, comme une entité vivante, et c'est ce qui explique q'on puisse parler de métabolisme lacustre, comme on parle de physiologie des sédiments (FRANCIS-BOEUF - 1947) ou de physiologie de l'eau. Traiter de cette manière un ensemble minéral et organique soumis à des actions diverses et en particulier à l'action des organismes, c'est considérer le tout comme une unité vivante et nous verrons quel parti nous pourrons tirer de ce concept.

Avant d'aborder vraiment l'étude de la Productivité, il faut différencier les deux notions de *matière* et *d'énergie*.

Toute parcelle de substance est en fait un support d'énergie, et les phénomènes vitaux ne sont que des réactions chimiques où

l'énergie est emmagasinée, dégradée ou perdue. La photosynthèse végétale est un processus énergétique et sans l'énergie solaire, la matière vivante, malgré sa chlorophylle, ne pourrait procéder aux synthèses <sup>makes</sup> ~~l'urte~~ des matières hydrocarbonées:

Que ferait une algue, si, ayant à sa disposition du C, de l'H, de l'O, et de l'N, elle ne pouvait capter l'énergie solaire nécessaire aux synthèses successives lui permettant de transformer ces éléments en matières organiques complexes qu'on nomme: glucides, protides, lipides, etc. .... Tous les organismes ne synthétisent pas des substances organiques de même complexité; leurs besoins énergétiques sont donc différents.

Suivant la nature physiologique des organismes, à une même quantité de matière organique correspondront des énergies accumulées différentes et inversement. Dans les eaux naturelles en particulier, il est pratiquement impossible, autrement qu'en première approximation, de réunir quantité de matière et quantité d'énergie.

D'autres organismes sont capables de fixer l'énergie libérée dans certaines réactions chimiques qu'ils provoquent, telles certaines bactéries; mais là, comme dans la photosynthèse, comme dans tous les processus vitaux, l'énergie est la base, la cause même de l'activité de la matière organisée.

La matière est donc quelque chose de minéral qui a acquis une certaine énergie potentielle et qui peut, dans certaines conditions, la restituer. Connaître la quantité de matière vivante (ou Biomasse) existant dans un volume d'eau donné, c'est avoir une idée de la quantité de substances minérales diverses combinées entre elles, existant dans ce volume d'eau.

Mais cette matière possède une certaine énergie en réserve qui dépend de la constitution chimique particulière de chacune de ces substances et c'est cette quantité d'énergie qui, en dernière analyse, est importante à connaître, puisque c'est elle qui est la source même de la vie.

Dans un système écologique fermé, la matière est le support de l'énergie, mais l'énergie circule et finalement peut être perdue par dégradation sous forme de chaleur, tandis que pratiquement la matière est perpétuellement reprise pour constituer d'autres organismes (ceci par définition même du système considéré).

## *LES CONCEPTS DE LA PRODUCTIVITE*

Toutes les idées et toutes les mesures de productivité qui ont une application écologique peuvent être groupés en trois concepts fondamentaux:

1°) la quantité d'organismes existant à un moment donné dans l'aire considérée ou *Stock actuel de matière vivante*, ce que les Anglo-Saxons appellent le „*Standing Crop*”.

2°) les pertes de matière, c'est à dire la quantité d'organismes qui se trouve perdue dans l'aire donnée pendant l'unité de temps considérée, par action de l'homme ou par tout autre moyen.

Enfin

3°) le taux de production, c'est à dire la quantité d'organismes formés dans l'aire considérée pendant un temps donné unité.

Ces trois importants concepts de productivité sont essentiels pour comprendre ce qui se passe dans ce que TANSLEY (1935), appelle un **Ecosystème**<sup>1)</sup>;

Ils dépendent d'ailleurs les uns des autres; considérons les séparément:

### *LE STOCK ACTUEL DE MATIERE VIVANTE*

c'est à dire, la quantité d'organismes existant à un moment donné dans une aire donnée, va retenir notre attention, parce qu'il soulève un problème fondamental en matière de productivité, c'est celui de l'unité définissant la quantité d'organismes.

La plus simple de ces unités qui vienne à l'esprit, est le nombre d'organismes présents dans la population étudiée (caractéristique biodémographique) mais elle ne donne qu'une idée très approximative de cette population, ne faisant en général pas entrer en ligne de compte les différences de taille, de poids et de composition des diverses espèces représentées.

A la suite de PETERSEN (1922), certains auteurs ont fait appel à la notion de *Biomasse*. La Biomasse peut être définie comme étant la masse de matière vivante faisant partie intégrante des matériaux utilisables dans le cycle productif.

Cette notion présente elle-même des aléas, dont le plus important est sans conteste le fait qu'elle ne considère pas la masse de ce qui est minéral dans les organismes (l'eau, la silice, le calcaire, etc. ....) (MAC FADYEN - 1949).

<sup>1)</sup> Un *Ecosystème* est un ensemble comprenant une communauté vivante en perpétuelle évolution intérieure et les détritus, excreta et substances minérales et organiques nutritives qui lui sont associées; c'est un système écologique fermé en ce qui concerne sa biomasse. (LINDEMANN - 1942).

L'unité habituellement utilisée est alors le poids sec de matière (BOGOROV - 1934). D'autres préfèrent utiliser, par raison de commodité le plus souvent, le poids humide ou le volume tassé (plancton), ou la teneur en cendres, en protéines, en graisses (BIRGE & JUDAY - 1922) etc. Pour des études plus spécialisées, HARVEY (1934) propose une unité de teneur en chlorophylle (Phytoplancton), ALEEM (1949) une unité de teneur en silice (Diatomées).

L'impossibilité matérielle d'effectuer un dosage complet de toute une population pour en connaître la composition chimique exacte, donc la possibilité de Production, se retrouve dans les recherches effectuées pour essayer de remplacer le concept de matière par le concept d'énergie.

L'énergie étant à la base même de la vie, il était tentant, en effet, de baser une unité de population sur le potentiel d'énergie qu'elle représente.

Au moins théoriquement, les deux concepts sont liés par la notion de valeur calorifique spécifique de la matière vivante considérée. Mais on connaît mal cette valeur et de plus elle varie avec les organismes. Son utilisation est donc délicate dans l'état actuel de nos connaissances.

### *LES PERTES DE MATIERE*

Elles ont au moins trois origines: l'Homme, les migrations, les dépôts.

L'Homme par ses besoins d'omnivore a, depuis longtemps, recherché dans l'eau un élément de subsistance et ses pêches furent et sont fructueuses. Poissons, crustacés et mollusques, continuellement utilisés pour son alimentation, sont ainsi éliminés du système circulaire de la matière organique. L'homme n'est d'ailleurs pas le seul à éloigner d'une aire donnée des organismes contribuant à l'équilibre biologique et géochimique de cette aire. Des prédateurs de toutes sortes peuvent contribuer à ces pertes de matières.

Les migrations d'organismes sont également chose connue. Chacun sait l'impressionnant voyage de l'Anguille naissant dans la mer des Sargasses pour venir croître et prospérer dans nos eaux douces. Les migrations du saumon, pour être moins spectaculaires, n'en sont pas moins une autre cause de perte de matière, et il n'est pas de poisson qui ne soit voyageur (HASLER & BARDACH - 1949) à une quelconque période de sa vie. Les crustacés également effectuent parfois des migrations importantes, tel le crabe chinois dont l'ex-

tension en Europe Occidentale a été si bien étudiée par HOESTLANDT (1948).

Enfin les pertes de matière par *dépôts* constituent, dans la zone pélagique des lacs surtout, un processus important. Certaines vases calcaires en sont un exemple connu, tout comme la diatomite, cette roche sédimentaire, que l'on peut rencontrer en eau douce, uniquement formée de frustules siliceuses de diatomées.

### LE TAUX DE PRODUCTION

Connaître la quantité d'organismes existant dans l'aire considérée et les pertes de matière que subit cette aire en un temps donné, nous permet d'atteindre ce que j'appellerai le *Capital Organique de cette aire*.

Mais comment en déduire exactement son revenu, c'est à dire sa productivité, si on ne connaît pas le taux de production relatif à ces organismes?

Empiriquement, on peut avoir une idée de ce revenu par tâtonnement:

Quand s'accroît le revenu, la pêche par exemple, il arrive un moment où celui-ci atteint le revenu théorique (QUARTIER - 1945); le potentiel de la production passe alors par un optimum qu'il serait inintelligent de dépasser car, dans ce cas, on entamerait le Capital; le taux de production atteint, égale donc à ce moment-là le taux de production *théorique*. Mais vouloir tâtonner dans un domaine en perpétuelle évolution ouvre malheureusement la porte à tous les abus et c'est ainsi que, par bonne année, on en vient à imaginer un taux accru et à entamer dangereusement le Capital. C'est ainsi que des espèces disparaissent par l'inconséquence de l'Homme.

Le calcul du taux de production théorique nous intéresse donc au premier chef puisque sa connaissance permet de rationaliser la production. Mais le problème est fort complexe et nécessite quelques éclaircissements et définitions préalables.

Considérons tout d'abord la Matière vivante comme une masse mesurable.

J'ai défini plus haut le *Stock actuel de Matière Vivante*. Envisagé comme un ensemble d'organismes isolés, on peut l'appeler une *Population*. Ne considérant que le poids réel de cette population on en vient à la notion de *Biomasse*.

Ce stock de Matière vivante, par sa qualité même, évolue et se transforme; il y a *Production* de Matière, compensée par des pertes

dues à la nutrition de certains individus de la Population, par l'action de l'Homme (pêche) et celle des Bactéries (lysantes).

Cette production „P” n'est pas toujours celle qu'on escompte dans les conditions de vie de la population étudiée. Des facteurs, en nombre presque incalculable, jouent leur rôle dans cette synthèse de matière organique, et il n'est pas toujours possible de déterminer, à partir des éléments connus, la quantité théorique de Matière vivante que peut fournir un milieu minéral donné dans des conditions connues d'éclairement, de température, etc. ....

La *Production potentielle* „π” est cette production théorique; certains l'appelleront *Possibilité*, c'est la quantité de matière vivante pouvant être produite par un écosystème donné dans les meilleures conditions de Production possible, compte tenu des conditions initiales.

La *Productivité, notion qualitative*, ne doit être utilisée que dans le sens: faculté de produire. Envisagée quantitativement, c'est un taux, le *taux de Production*, c'est à dire la quantité de matière vivante que produit un milieu (Ecosystème) donné pendant le temps unité considéré.

Exprimé mathématiquement, le taux de Production est:

$$\frac{d P}{d T}$$

J'appellerai alors *Capacité Biogénique*, selon LEGER (1910), le produit du taux de Production potentielle par un coefficient dépendant du milieu donné (volume ou aire unité).

$$C = a \frac{d \gamma}{dT}$$

Si nous considérons maintenant la matière vivante comme un support d'énergie, il faudra remplacer ces termes par *Stock énergétique*, ou énergie accumulée dans la Population, l'*Activité* étant la différence entre l'Energie finale et l'Energie initiale du système, après un temps T (MAC FADYEN - 1948); l'*Activité potentielle* correspondra alors à la Possibilité.

Tableau des termes employés en matière de Productivité

REELLE	THEORIQUE	REELLE	THEORIQUE
MATERIE		ENERGIE	
STOCK DE MATERIE VIVANTE		ENERGIE ACCUMULEE	
Production P	Possibilité $\pi$	Activité A	Activité potentielle
Taux de Production $\frac{dP}{dT}$	Capacité Biogénique C		

Une fois définis ces termes, il semble qu'il ne soit plus nécessaire de craindre les confusions que MAC FADYEN (1948) avait regretté, et il est possible d'étudier plus en détail le calcul du taux de production d'une population donnée vivant dans un certain milieu.

Il est nécessaire, tout d'abord, de s'arrêter quelque peu sur la notion de Production. Elle nécessite la connaissance de la croissance des individus de l'Ecosystème, de leur reproduction et des relations existant entre eux. On est ainsi amené à ranger ces individus en catégories:

*Les Producteurs*, ce sont les organismes autotrophes, les végétaux;

*Les Consommateurs*, qui sont essentiellement les animaux;

*Les Réducteurs*, (Bactéries), chargés de décomposer toute substance organique en éléments simples et assimilables par les plantes.

Ce schéma simple ne semble pas suffisant pour servir de base à une étude approfondie de la Production d'une population donnée. On a subdivisé chacune de ces catégories en *niveaux trophiques*, et en ce qui concerne les zoologistes, on a établi ainsi les niveaux suivants:

Les Producteurs sont toujours les plantes et les Consommateurs groupent:

- 1) les Herbivores
- 2) les carnivores primaires (mangeurs d'Herbivores)
- 3) les Carnivores secondaires (mangeurs de carnivores)
- 4) l'Homme par son activité destructrice, sa pêche, etc.

La matière organique se transforme donc à chaque passage à un niveau trophique différent et c'est ce qui explique qu'on puisse parler

de métabolisme lacustre par exemple, quand on envisage les transformations dans un lac.

Il est clair que l'activité de l'Homme dépendra de la production des carnivores, donc de celle des herbivores et en dernière analyse des plantes vertes de l'Ecosystème.

Nous étudierons tout à l'heure un peu mieux les liens existant entre ces différents niveaux trophiques; voyons plutôt maintenant quels sont les facteurs primaires influençant la capacité biogénique d'un milieu donné.

Puisque ce sont les plantes vertes qui sont à la base de la production organique dans le milieu aquatique comme sur la terre, il suffit d'un peu de réflexion pour se rendre compte de la nature de ces facteurs primaires; *ce sont les éléments minéraux contenus dans l'eau.*

Les plantes pour s'accroître et pour se reproduire, demandent du  $\text{CO}_2$ , des composées minéraux: Phosphates, Nitrates, Carbonates, Silicates et des Oligoéléments: cuivre, fer, gallium, manganèse, molybdène, etc. (HUTCHINSON - 1944).

L'étude de l'équilibre chimique  $\text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2$  ainsi que de la concentration du milieu en éléments minéraux importants, est donc à la base de toute étude écologique rationnelle complète. Mais il faut choisir entre ces divers éléments ceux qui sont les plus importants à connaître, c'est à dire les *facteurs limitants*.

Ce sont les maillons les moins forts de la chaîne des substances, réagissant les unes sur les autres. La résistance de la chaîne, c'est à dire, dans notre cas, la Production, dépend du maillon le moins fort et non des autres (en quantité toujours suffisante). (Loi du minimum).

Les principaux éléments minéraux ayant fait l'objet d'études sur leur possibilité de limitation de la croissance et sur leurs variations quantitatives sont:

P, N, Si, Mn, Fe, Ca, Ga, Mo, Zn.

Mais ces facteurs minéraux ne sont pas les seuls et on tend actuellement à réviser la notion d'autotrophie des algues: Il semble de plus en plus nécessaire à ces végétaux d'avoir à leur disposition des substances ayant déjà un certain degré de complexité organique, et les acides aminés (cystine, par exemple) et les vitamines (thiamine, acide nicotinique, biotine, etc.) entrent dans la catégorie des facteurs limitants. La difficulté de leur dosage à l'état de traces rend malheureusement rares les recherches dans ce domaine.

Enfin non seulement la quantité absolue de substances est importante à connaître en matière de Productivité, mais également le rapport existant entre certaines substances. Tels le rapport P/N du Phosphore soluble à l'azote nitrique, le rapport Fe/Mn du Fer au Manganèse, aussi bien que les rapports  $\frac{\text{Na}}{\text{K}}$ ,  $\frac{\text{Ca}}{\text{Mg}}$ , etc. Les conclusions

des Pédologues et des Agronomes peuvent ici, éclairer les Hydrobiologistes.

D'autres facteurs, bien que non limitants, ont une influence considérable, *l'ensoleillement* par exemple.

C'est la radiation solaire qui amène la presque totalité de l'énergie mise à la disposition des organismes aquatiques. C'est elle qui, pénétrant dans l'eau, réchauffe celle-ci et l'éclaire. Une bonne partie de cette radiation se trouve directement perdue pour les organismes photosynthétiques<sup>1)</sup>), mais servira indirectement aux animaux.

De plus il n'y a guère que 30 à 60 % de la lumière absorbée qui soit, suivant la longueur d'onde, utilisée par les plantes.

La connaissance de l'absorption des radiations lumineuses par le milieu aquatique, absorption variant, je le répète, avec la longueur d'onde, est donc à la base de toute étude sérieuse du taux de Production puisque sans lumière, la synthèse organique n'a pratiquement pas lieu.

La température a également un rôle de tout premier plan en cette matière, quand on considère les organismes poecilothermes.

Ce fait est bien connu en matière de pisciculture où l'on tend à éléver le poisson dans une eau relativement chaude et conservant cependant ses autres propriétés. La température joue en effet un rôle dans l'appétit des animaux aquatiques, et, au delà de certaines limites inférieures de température, l'appétit devenant nul la croissance s'arrête.

*„Les rapports entre producteurs et consommateurs de substances organiques se trouvent donc en liaison étroite avec la température.“*

C'est ainsi que la nourriture absorbée par certains poissons vivant à une température de 20° peut être 7 fois supérieure à la nourriture consommée par ces mêmes poissons vivant à 10° (RICKER - 1946).

La régularité de l'apport nutritif joue également un rôle et le jeûne momentané permet, l'expérience l'a prouvé, une meilleure utilisation de la nourriture ultérieure.

La promiscuité de populations nombreuses est également importante. Les facteurs de compétition (HARTLEY, CROMBIE - 1947) autant d'ailleurs que l'excrétion de métabolites pouvant parfois être toxiques (LUCAS - 1947), provoquent une limitation de la production ou plus exactement une modification de la répartition des animaux.

La taille des individus a également une influence, leur âge étant en étroite dépendance avec leur taux de croissance et la quantité de nourriture qui leur est nécessaire.

<sup>1)</sup> La physique nous apprend que

$$\frac{\text{Lumière absorbée}}{\text{Lumière incidente}} = \frac{I}{I_0} = e^{-kL}$$

k étant le coefficient d'extinction directement lié à l'indice de transparence, et L l'épaisseur de la couche considérée en mètres.

Il ne faut oublier aucune donnée observable ou calculable si l'on veut cataloguer les facteurs qui influencent la production.

La *météorologie* et la *climatologie*, par leur étude des facteurs externes: (Luminosité, température, vents, pluie, etc.);

La *géologie*, par son étude du bassin d'alimentation du secteur utilisé, comme par celle des sédiments déposés ou en dépôt;

La *géographie physique*, par ses observations du terrain et ses comparaisons utiles;

*l'Hydraulique* et *l'Hydrologie* en général, par ses recherches sur les courants, les débits, les apports, etc. sont autant de disciplines qu'il faut étudier pour aider à la détermination des facteurs productifs de l'aire considérée aussi bien que des facteurs biologiques et physiologiques importants.

Un classement de ces facteurs semble nécessaire; il faut ainsi distinguer des:

### *FACTEURS PHYSIQUES*

ce sont les facteurs:

*géographiques*: position, relations avec les régions voisines de l'aire considérée;

*édaphiques*: c'est à dire ayant trait à la nature du sol et du milieu ambiant;

*climatiques*: température de l'air, ensoleillement, précipitations; *temps*: la durée, la saison, envisagées.

### *FACTEURS CHIMIQUES*

Ce sont les *facteurs primaires*, teneur en substances minérales utilisables, dans lesquelles il faut distinguer les facteurs limitants dont j'ai parlé tout à l'heure,

et les *facteurs secondaires*: substances organiques formées (dans lesquelles il faut distinguer les produits de l'anabolisme, ceux du catabolisme) qui peuvent être des facteurs abiotiques ou inhibiteurs et les produits de déchet, c'est à dire ceux qui ne sont utilisables qu'après transformation bactérienne.

Enfin, je mettrai à part les *facteurs chimiques*, tels que la teneur en gaz dissous:  $O_2$ ,  $CO_2$  et la teneur en ions  $H^+$  qui peuvent former à eux seuls un groupe spécial très important.

### *FACTEURS BIOLOGIQUES*

Les *facteurs biologiques* enfin, si peu étudiés par rapport aux précédents, mériteraient davantage d'attention:

L'étude du cycle reproductif de chaque espèce présente dans l'aire considérée est essentielle à prendre en considération. Ce n'est pas toujours la population la plus importante qui produit le plus de matières organiques; en d'autres termes, la quantité de matières organiques formées en un temps donné dépend davantage de la „vitesse” de reproduction que du taux de croissance des organismes.

La compétition entre les diverses espèces peut n'avoir pour toute origine que les besoins nutritifs des espèces envisagées, mais il ne faut pas méconnaître pour autant la psychologie des animaux et surtout leur psychophysiologie. De plus, j'ai dit tout à l'heure, que, dans les facteurs chimiques, il faut classer les produits du catabolisme des organismes. Ils doivent être également considérés comme jouant un rôle essentiel ici.

Le rapport numérique existant entre chaque population particulière de l'aire considérée joue également un grand rôle et leur âge aussi, ainsi d'ailleurs que le rapport du nombre total d'individus au volume d'eau considéré<sup>1)</sup>.

Je classerai donc comme *facteur biologique* tout ce qui a trait à la taxonomie, la physiologie, la reproduction et aux besoins nutritifs des individus peuplant le milieu étudié.

J'ai dit tout à l'heure qu'on pouvait classer ces individus par niveaux trophiques, cette classification ayant l'avantage de montrer les relations existant au point de vue chimique et biologique, entre chaque catégorie d'individus envisagée. Revoyons donc chaque niveau séparément:

Considérons un milieu dans lequel il y a accroissement de la population, c'est à dire excédent de production sur la consommation ou encore: plus d'énergie emmagasinée qu'il n'en faut pour compenser les pertes d'énergie par perte de matière ou chaleur (et respiration) (Fig. 1).<sup>2)</sup>

A la base, nous aurons une certaine quantité d'énergie utilisable partiellement pour la photosynthèse.

Toute l'énergie contenue dans la lumière incidente n'est pas absorbée par le milieu aquatique et toute l'énergie absorbée n'est pas utilisée pour les phénomènes photosynthétiques vitaux. Seule, cette dernière „passera” au niveau supérieur.

A ce niveau, l'énergie  $P_1$  ainsi définie, est utilisée par les plantes présentes initialement (Stock initial) pour fabriquer des hydrates de carbone.

<sup>1)</sup> En particulier dans les petites masses d'eau où peut entrer en jeu le facteur de *promiscuité*. (ALM - 1946).

<sup>2)</sup> D'après CLARKE (1945).

Sur cette quantité  $P_1$  présente, une partie servira à la respiration et la fraction  $P_2$  restante, qu'on peut appeler *croissance des plantes*, servira à l'accroissement ( $P_3$ ) de la population initiale ou sera entraînée avec les déchets dus à l'activité vitale (D), ou sera consommée, c'est à dire utilisée par les individus du niveau supérieur pour „faire” de la matière organique possédant un plus haut degré de complexité énergétique.

Une fraction de  $P_1$  sera perdue par le système, faute d'avoir pu être „assimilée” (U).

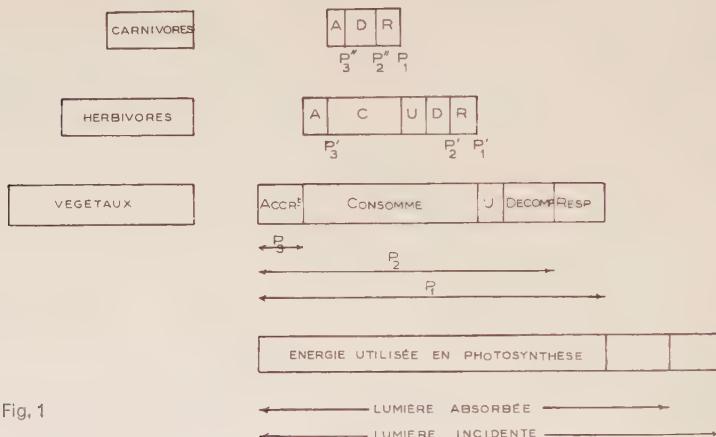


Fig. 1

La fraction consommée est donc mise à la disposition des animaux herbivores existant dans le *Stock Initial* et là encore, cette énergie peut se répartir en  $P'_1$  „reçue” du niveau inférieur,  $P'_2$ , c'est-à-dire  $P'_1$  moins l'énergie perdue par la respiration, et  $P'_3$  fraction utilisée à accroître le cheptel.

Dans l'énergie restante ( $P'_2 - P'_3$ ), une fraction est perdue par dépôt ou décomposition (D), une autre n'est pas assimilée par les individus du niveau supérieur (U).

Enfin, seule, la fraction (C) passe au niveau supérieur. C'est cette fraction ( $P''_1$ ) qui servira aux carnivores du *Stock Initial*, à leur vie ( $P''_2$ ) et à leur accroissement ( $P''_3$ ).

Reprendons maintenant, *quantitativement*, ces niveaux trophiques:

### LES PLANTES

Elles sont pratiquement les seules à utiliser directement l'énergie solaire et les substances minérales.

Si leur autotrophie n'est pas aussi stricte qu'on a longtemps voulu le dire, elles sont tout de même les championnes de la photosynthèse; par elles, le carbone minéral se présentant sous forme de  $\text{CO}_2$ , se transforme en carbone organique et c'est là, peut-être, leur rôle primordial.

Pour connaître quantitativement la capacité biogénique d'une population végétale, il faut déterminer les critères suivants (qui sont des rapports)<sup>1)</sup>:

<i>l'Absorption:</i>	$\frac{\text{Lumière absorbée}}{\text{Lumière incidente}}$
<i>l'Assimilation:</i>	$\frac{\text{Hydrates de carbone formés (P}_1\text{)}}{\text{Lumière absorbée}}$
<i>la Croissance</i>	$\frac{\text{Croissance des Plantes (P}_2\text{) (Prod. Végét.)}}{\text{Hydrates de carbone formés (P}_1\text{) (Prod. Primaire)}}$
<i>l'Accroissement:</i>	$\frac{\text{Accroissement net des plantes (P}_3\text{)}}{\text{Croissance des Plantes (P}_2\text{)}}$

### LES HERBIVORES

De même, leur étude réclamerait la connaissance des données suivantes:

<i>Consommation:</i>	$\frac{\text{Plantes consommées (C + U)}}{\text{Croissance des plantes (P}_2\text{)}}$ (Les plantes consommées et celles non assimilées).
<i>Assimilation:</i>	$\frac{\text{Plantes assimilées (C)}}{\text{Plantes consommées (C + U)}}$
<i>Croissance:</i>	$\frac{\text{Croissance des herbivores (P}'_2\text{)}}{\text{Assimilation des herbivores (P}'_1\text{)}}$
<i>Accroissement:</i>	$\frac{\text{Accroissement net des herbivores (P}'_3\text{)}}{\text{Croissance des herbivores (P}'_2\text{)}}$

### LES CARNIVORES

Leur production est calculable par l'étude des rapports suivants:

<i>Consommation:</i>	$\frac{\text{Herbivores consommés (C + U)}}{\text{Croissance des Herbivores (P}'_2\text{)}}$
----------------------	--

<sup>1)</sup> d'après CLARKE (1946).

<i>Assimilation:</i>	$\frac{\text{Herbivores assimilés (C)}}{\text{Herbivores consommés (C + U)}}$
<i>Croissance:</i>	$\frac{\text{Croissance des Carnivores (P''}_2\text{)}}{\text{Assimilation des Carnivores (P''}_1\text{)}}$
<i>Accroissement:</i>	$\frac{\text{Accroissement net de Carnivores (P''}_3\text{)}}{\text{Croissance des Carnivores (P''}_2\text{)}}$

La connaissance de l'accroissement des carnivores permettrait à l'Homme d'exploiter rationnellement cette source de produits alimentaires, mais nous n'en sommes malheureusement pas encore à calculer sur des bases solides, en n'importe quelle région utilisable, tous ces rapports. Il nous manque trop d'éléments et les recherches sont trop fragmentaires et trop peu soutenues, pour permettre une telle précision. On peut avoir cependant une idée approximative et parfois assez juste de la productivité par d'autres moyens plus ou moins rudimentaires.

Un lac, par exemple, est un espace clos, isolé, dans la région qu'il occupe. Les quantités de matières minérales mises en jeu au cours des processus métaboliques dans le lac sont considérables. On peut évaluer à 145.000 tonnes la quantité de nannoplancton existant dans le LEMAN, ce plancton étant principalement constitué par plus de 50% de Protéines, ce qui représente environ 7% d'Azote sous forme organique. Si on ajoute l'Azote lié au macroplancton et celui faisant partie constituante de la chair des poissons, on se rend compte de la masse d'Azote perpétuellement en jeu dans le cycle métabolique du lac.

La quantité d'Azote éliminée par la pêche, et celle apportée par les affluents, sous forme de nitrates par exemple, est infiniment plus petite, ce qui justifie la dénomination d'espace clos donnée à un lac. Cependant les apports de sels nutritifs et la pêche devant se correspondre dans un milieu rationnellement utilisé, C'est l'étude de ces apports et de cette pêche qui permettra de calculer sur des bases sérieuses la productivité de ce milieu.

Le calcul de l'énergie introduite dans le lac sous forme de radiations solaires et de chaleur, joue également un rôle important dans l'interprétation de la notion de productivité.

La compilation de statistiques de pêche, en ce qui concerne la productivité des poissons, permet souvent de suivre assez bien l'évolution d'une population, quoique cette méthode ne permette pas de remonter aux causes, donc de faire des prévision sûres.

Le calcul de la Production de certaines espèces de poissons dans des conditions souvent assez particulières, a été effectué par divers auteurs:

BORUCKIJ (1939) a calculé la biomasse du lac Beloe en fonction de la population de *Chironomus plumosus* qu'il contient;

IVLEV (1939), a longuement étudié les besoins nutritifs de la carpe et en a déduit la productivité de son étang d'expérience: Consommation totale pour un étang de 25 ares =  $2,93 \times 10^8$  calories grammes, soit 520 kgs. de nourriture naturelle absorbée;

MAISKY (1939), KARPEVICH (1937, cité par MAISKY), SUSHKINA (1942), ont de même étudié d'autres espèces.

Dans d'autres cas, la productivité peut être abordée différemment:

STRØM (1945), tente de mesurer la productivité de certains lacs méromictiques norvégiens en étudiant les variations de leur déficit en oxygène à partir d'une certaine profondeur;

MANNING & JUDAY (1941), comparent la productivité des lacs qu'ils étudient, avec leur teneur en chlorophylle.

On a fait également des comparaisons entre la teneur en certains facteurs limitants et la population piscicole, moyen déjà plus certain et rationnel.

D'autres fois la production est abordée par le truchement d'études sur le plancton, études transformant la biomasse observée en énergie emmagasinée (JUDAY - 1940), ou plus simplement études donnant directement le nombre d'organismes trouvés (PENNAK - 1946).

BIRGE & JUDAY (1922) étudient la composition quantitative et chimique du plancton dans les lacs du Wisconsin et abordent le calcul de la productivité en se basant essentiellement sur les chiffres obtenus.

Enfin, pour aller chercher un exemple net de corrélation, je citerai les études effectuées dans le domaine marin par ATKINS, HARVEY, COOPER et leurs collaborateurs.

En rapprochant les données chimiques concernant les Phosphates, accumulées depuis de nombreuses années (14) à PLYMOUTH et la présence de jeunes poissons de l'année, en Manche, COOPER a constaté une synchronisation des variations de ces deux caractéristiques des eaux proches de nous.

De là, à prévoir la quantité de poissons péchable une certaine année, par l'examen de la teneur en phosphates de l'eau, l'année précédente, il n'y avait qu'un pas qui fut vite franchi!

Mais revenons à nos niveaux trophiques.

La vie au sein de l'eau est un phénomène cyclique; la matière est sans cesse reprise et sans cesse retourne à sa destination première; seule l'énergie qui se dégrade et les dépôts improductifs ne suivent pas ce cycle perpétuel.

C'est aux bactéries que nous devons ces retours de cycle et elles

jouent un rôle à tous les niveaux. Reprenant les formations végétales et animales, elles minéralisent ce qui est organique et utilisent toutes les sources d'énergie pour finalement être elles-mêmes dégradées par d'autres bactéries et reformer ainsi du minéral.

Je ne m'étendrai pas sur ce point si complexe, qu'il me suffise d'insister sur leur importance en prenant un exemple:

Voyons le chemin parcouru dans l'eau par une molécule (ou quantité quelconque) d'Azote élémentaire. (Fig. 2).<sup>1)</sup>

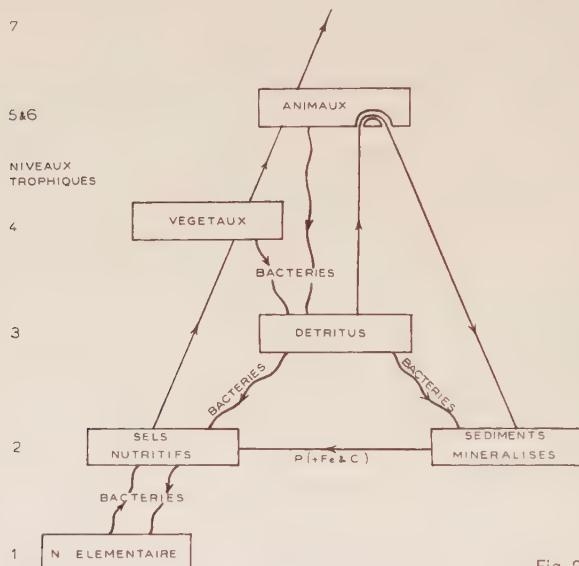


Fig. 2

Cette molécule d'Azote y est présente à l'état dissous, comme l'oxygène.

Des bactéries fixatrices d'Azote vont combiner cet élément avec d'autres pour former des substances minérales chargées d'énergie et plus ou moins complexes.

A ces sels nutritifs, grossis des éléments minéraux des sédiments, vont s'ajouter également les produits de la dégradation *bactérienne* des détritus organiques en suspension dans l'eau. Tous ces sels sont la source de nourriture des plantes qui, en mourrant, donneront des détritus, grâce à des *bactéries*.

Les plantes servent de nourriture aux animaux herbivores, qui, après leur mort, seront la proie des *bactéries* et donneront finalement des détritus organiques. D'autres animaux (faune de fond par exem-

<sup>1)</sup> D'après STRØM (1946).

ple) se nourrissent de détritus et leurs déjections peuvent donner directement parfois, des sédiments minéralisés.

Enfin, des détritus de toutes sortes se déposent sur le fond où, repris par les *bactéries*, ils forment des sédiments minéralisés. Dans ces sédiments minéralisés il y a des nitrates qui, par dénitrification, grâce à des *bactéries*, donneront de l'Azote gazeux dissous et le cycle recommence.

Il en est de même du Phosphore dont le cycle vient récemment d'être mis en évidence directement, dans un lac, par l'utilisation de Radiophosphore (HUTCHINSON & BOWEN - 1950).

Pour résumer:

La Productivité de l'eau est une notion qualitative se rapportant à un écosystème ou unité écologique correspondant à un ensemble biocoenose-biotope.

Son étude nécessite la connaissance de 3 concepts:

le concept de *Stock actuel de matière vivante* ou *Standing crop* des auteurs anglo-saxons,

le concept de *pertes de matières*, et

le concept de *taux de production*

Ce dernier doit être envisagé sous le double aspect matière et énergie.

Les notions de matière et d'énergie étant liées par les indices de coefficient calorifique spécifique de la matière vivante considérée (variable avec chaque espèce de la biocoenose), il est possible, du moins théoriquement, de définir des niveaux trophiques se basant sur la notion d'énergie; il y a 7 de ces niveaux:

### ENERGIE

- 1) Energie libre (lumière chaleur) correspondant aux éléments non combinés
- 2) Energie emmagasinée dans les composés minéraux correspondant à ces composés minéraux
- 3) Energie emmagasinée dans les composés organiques correspondant aux détritus
- 4) Energie emmagasinée dans les plantes sous forme de matière végétale vivante et utilisée partiellement pour le métabolisme de ces plantes (respiration).
- 5) Energie emmagasinée dans les herbivores sous forme de matière animale et utilisée partiellement pour le métabolisme de ces animaux (respiration).
- 6) Energie emmagasinée dans les carnivores

### MATIERE

7) Energie retirée par l'Homme et les prédateurs non aquatiques correspondant aux pertes de matière de l'écosystème, dues à l'action de ces prédateurs.

La connaissance de tous ces critères permet de dresser des rapports et des formules qui donnent un aperçu de la productivité dans l'aire considérée (durant l'unité de temps arbitrairement considérée).

Une de ces formules, donnée par CLARKE, EDMONSON & RICKER (1946) est:

$$P = \frac{P_0 (e^{(A-R-D-C) t} - 1)}{t (A-R-D-C)} \quad \text{où}$$

P) est le stock de matière vivante moyen durant la période considérée (Standing crop moyen)

P<sub>0</sub>) est le stock de matière vivante au début de cette période (Standing crop Initial)

t) la durée de la période considérée

A) taux d'assimilation par unité de population

R) taux de respiration par unité de population

D) taux de décomposition par unité de population

C) taux de consommation par unité de population

Appliquée à une région donnée, choisie d'après les autres critères: situation géographique, conditions climatiques, conditions hydrobiologiques, ces formules permettent de se faire une idée de ce que l'on peut demander à cette région au point de vue rendement et permettent ainsi d'aménager cette région.

Il n'en faut pas moins comparer, dans la mesure du possible, le chiffre théorique obtenu grâce à ces calculs au chiffre empiriquement obtenu par l'étude statistique du rendement pratique de la région envisagée. Ce chiffre empirique n'est malheureusement connu que pour très peu de milieux d'eau douce, et les statistiques piscicoles sont le plus souvent sujettes à critiques, à cause de la mentalité des Usagers de la Pêche. L'étude critique de ces statistiques serait déplacée ici <sup>1)</sup>, mais chacun sait la difficulté d'obtenir du pêcheur des renseignements précis sur ses captures. L'amateur tend à grossir ses prises, le professionnel méfiant et craignant les impôts sur le revenu est amené, au contraire, à réduire son chiffre d'affaires, donc

<sup>1)</sup> elle fera l'objet d'une publication ultérieure.

ses pêches . . . Enfin, seuls, à ma connaissance, les lacs font l'objet de tels statistiques suivies qui, bien qu'entachées d'erreur (KREITMANN - 1933) n'en donnent pas moins des renseignements souvent fort utiles, voire acceptables (QUARTIER - 1945).

La comparaison du chiffre théorique et du chiffre réel permet d'envisager l'étude de la productivité sous l'angle de vue de STRØM (1932) qui fait une différence entre *productivité potentielle*, c'est à dire théorique, que j'appelerais Capacité Biogénique, et *productivité actuelle*, ou taux de Production, empiriquement connue.

La différenciation de la notion de production en production totale et production nette semble moins abordable techniquement, quoique intéressante théoriquement.

## CONCLUSION

En attendant de pouvoir aménager rationnellement toutes nos eaux, il serait souhaitable que celles pour lesquelles les techniciens ont déjà des éléments sérieux de calcul, continuent d'être étudiées de plus en plus, pour faire naître l'intérêt, puis mettre en application formules et recherches appliquées.

Il serait d'autant plus facile après, d'entrevoir la possibilité d'extrapoler à d'autres masses d'eau analogues, puis d'envisager sur des bases sérieuses des recherches sur d'autres milieux moins importants peut-être économiquement, mais ne manquant cependant pas d'intérêt.

Fevrier 1950

## RÉSUMÉ

La notion de Productivité, quoique déjà ancienne, a pris ces dernières années une grande importance. Des publications de langue anglaise en particulier, ont abordé ce sujet à triple point de vue:

Définition des mots utilisés (MAC FADYEN - 1948),

Analyse du concept (CLARKE - 1946, PENNAK - 1946, RICKER - 1946),

Transcription du concept en langage mathématique (CLARKE - 1946, RICKER - 1946 & 1948).

La notion de Productivité nécessite l'étude dans le détail du milieu envisagé, et un bon moyen d'aborder les transformations biologiques de ce milieu est de scinder celui-ci en niveaux trophiques. Simultanément à une étude „matérielle” des phénomènes métaboliques prenant naissance dans le milieu donné, il faut envisager l'étude

énergétique de ces phénomènes, l'énergie jouant, au point de vue production, un rôle plus important que la matière. Cependant étant donné la difficulté de cette étude des transformations de l'énergie, la plupart des auteurs et des biologistes en particulier, préfèrent aborder le problème par l'intermédiaire des facteurs limitants qui eux-mêmes se trouvent choisis en prenant en considération la facilité technique de leur étude et de leur analyse.

Le nombre des facteurs mis en cause et l'état actuel de nos connaissances ne permet malheureusement pas encore l'utilisation en toutes circonstances des formules mathématiques proposées. Cependant celles-ci ont été élaborées et pourront sans doute guider les travailleurs pour le choix des critères de productivité.

Dans des cas particuliers, le calcul de la production théorique (ou potentielle de STRØM) pourra être comparée à la productivité actuelle déduite de l'étude statistique des populations piscicoles et cette comparaison pourra être un point de départ intéressant pour un aménagement rationnel du milieu considéré.

## SUMMARY

The notion of Productivity, although old, has taken a great importance these last years. Recent works, especially those written in English, have discussed this subject from three points of view:

- 1° Definition of the terms used (MAC FADYEN, 1948);
- 2° Analysis of the concept (CLARKE, 1946; PENNAK, 1946; RICKER, 1946);
- 3° Transcription of the concept in mathematical language (CLARKE, 1946; RICKER, 1946, 1948).

The notion of Productivity implies a detailed study of the environment; a good way to understand the biological transformation of the latter, is to cut it out in trophic levels.

Simultaneously with the „material” study of the metabolic phenomena that take place in a given environment, it is necessary to consider the “energy” study of those phenomena, because Energy takes, from the point of view of Production, a more important part than Material.

However, because of the difficulty of studying the transformation of Energy, most of the authors, especially biologists, prefer to discuss the problem using some limiting factors, which latter are considered to follow the technical facility of their research and of their analyses.

The number of existing factors and the present state of our knowledge do not yet allow us to use the mathematical terms proposed in all circumstances; the latter, however, have been worked out, and might possibly be of use for the workers in their choice of the Productivity criteria.

In particular cases, these calculations will be compared with the observations based on statistics and others.

### BIBLIOGRAPHIE

*Nota* — Les références, ci-dessous, ont été choisies pour leur intérêt propre ou pour leur abondante bibliographie, afin de renseigner le lecteur sur les tendances actuelles des recherches en ce domaine. Cette liste ne doit donc pas être considérée comme limitative.

ALEEM, A. A., 1949. A quantitative method, for estimating the periodicity of diatoms. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 28, 3: 713-717.

ALM, G., 1946. Reasons for the occurrence of stunted fish populations, with regard to the perch. *Meddel. undersökn. och försöksanstalt f. sötvattenof. Stockholm.* 25, 146 p.

BIRGE, E. A. and JUDAY, CH., 1922. A limnological study of the Finger lakes of New York. *Bull. Bur. Fish.* 32: 525-610.

BOGOROV, B. G., 1934. On the plancton organisms Biomass. *Bull. All. Un. Sc. Inst. Mar. fish Oceanog.* 1: 1-18.

— 1934. Investigation of nutrition of plankton consuming fishes. *Bull. All. Un. Sc. Inst. Mar. fish Oceanog.* 1: 19-32.

BORUCKIJ, E. V., 1939. Dynamics of the biomass of *Chironomus plumosus* in the profundal of lake Beloe. *Trudy Limnologicheskii Stantsii v. Kosine* 22: 156-195.

— 1946. Les variations annuelles de la biomasse vernal du benthos lacustre. (en russe). *Zool. Zh. S. S. S. R.* 25, 6: 523-528.

CHANDLER, D. C. and WEEKS, O. B., 1945. Limnological studies of western lake Erie-V. Relation of limnological and meteorological conditions to production of phytoplankton in 1942. *Ecolog. Monog.* 15: 436-457.

CLARKE, G. L., 1946. Dynamics of production in a marine area. *Ecolog. Monog.* 16: 321-335.

CLARKE, G. L., EDMONSON, W. T. and RICKER, W. E., 1946. Mathematical formulation of biological productivity. *Ecol. Monog.* 16: 336-337.

COOPER, L. H. N., 1938. Phosphate in the English Channel, 1933-1938, with a comparison with earlier years 1916 and 1923-1932. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 23: 181-195.

COOPER, L. H. N., 1948. Phosphate and Fisheries. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 27: 326-336.

CROMBIE, A. C., 1947. Interspecific competition. *J. Anim. Ecol.* 16, 1: 44-73.

FRANCIS-BOEUF, CL., 1947. Recherches sur le milieu fluvio-marin et les dépôts d'Estuaire. *Ann. Inst. Océan.* 23, 3: 151-344.

FROST, W. E., 1946. On the food relationships of Fish in Windermere. *Biol. Jb. Dodonea*, 13: 216-231.

HARTLEY, P. H. T., 1948. Food and feeding relationships in a community of Freshwater fishes. *J. Anim. Ecol.* 17, 1: 1-14.

HASLER, A. D. and EINSELE, W. G. Fertilization for increasing Productivity of natural inland waters. *Trans. 13th North Amer. Wildlife Conf. Wildlife Manag. Inst.*, 1948: 527-555.

HASLER, A. D. and BARDACH, J. E., 1949. Daily migrations of Perch in lake Mendota, Wisconsin. *J. Wildl. Manag.* 13, 1: 40-51.

HARVEY, H. W., 1934. Measurement of phytoplankton population. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 19: 761-773.

HOESTLANDT, J., 1948. Recherches sur la biologie de l'Eriochir Sinensis en France (Crustacé Brachyoure). *Ann. Inst. Océanogr.* 24, 1: 1-116.

HUET, M., 1941. L'extension du crabe chinois en Belgique. *Stat. de Rech. de Groenendaal, Communications*, D, 2, 5 pages.

HUTCHINSON, G. E., 1944. Limnological studies in Connecticut. VII. A critical examination of the supposed relationship between phytoplankton periodicity and chemical change in lake waters. *Ecology*, 25, 1: 3-26.

HUTCHINSON, G. E. and BOWEN, V. T., 1947. Circular causal systems in Ecology. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 50, 4: 221-246.

— and —, 1950. Limnological studies in Connecticut IX. A quantitative radiochemical study of the phosphorus cycle in Linsley Pond. *Ecology*, 31, 2: 194-203.

IVLEV, V. S., 1939. Balance of energy in carps. *Zool. Zhurnal. S. S. S. R.* 18, 2: 303-318.

JUDAY, CH., 1940. The animal energy budget of an inland lake. *Ecology*, 21, 4: 438-450.

KREITMANN, L., 1933. De l'aménagement piscicole des lacs. *Rev. Eaux et Forêts*, Janvier: 4-18.

LINDEMAN, R. L., 1942. The tropic dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23, 4: 399-418.

LUCAS, C. E., 1947. The ecological effects of external metabolites. *Biol. Rev.* 22: 270-295.

MACAN, T. T., MORTIMER, C. H. and WORTHINGTON, E. B., 1942. The production of freshwater fish for Food. *Freshwater Biol. Ass., Sc. Publ.*, 6: 1-36.

MAISKY, V. N., 1939. The influence of predators on the fish population of the Azov Sea. *Zool. Zhurnal. S. S. S. R.* 18, 2: 143-153.

MAC FAYDEN, A., 1948. The meaning of productivity in biological systems. *J. Anim. Ecol.*, 17, 1: 75-80.

— 1949. Zoology. *Sci. Progr. Twent. Cent.* 147: 532-543.

MANNING, W. M. and JUDAY, R. E., 1941. The chlorophyll content and productivity of some lakes in northeastern Wisconsin. *Trans. Wisc. Acad. Sc. Arts and Let.*, 33: 363-393.

MEEHEAN, O., LLOYD, G. and MARZULLI, FR., 1945. The relationship between the production of fish and the Carbon and Nitrogen contents of fertilized ponds. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 73: 262-273.

NEESS, J. C., (1946) 1949. Development and status of pond fertilization in Central Europe. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 76: 335-358.

PENNAK, W., 1946. The Dynamics of Fresh Water Plankton Populations. *Ecolog. Monog.* 16: 339-356.

PETERSEN, C. G. J., 1922. On the stock of plaice and the plaice fisheries in different waters. *Rep. Dan. Biol. Stat. to Board of Agric.* 29: 1-43.

QUARTIER, A. A., 1945. La pêche dans le lac de Neuchâtel. I. - La pêche des corégones. *Bull. Soc. Neuch. Geogr.*, 51, 2: 3-30.

RICKER, W. E., 1946. Production and Utilization of Fish Populations. *Ecolog. Monog.*, 16: 373-391.

— 1948. Methods of estimating vital statistics of fish Populations. *Indiana Univ. publ. Sc. Ser.*, 15: 1-101.

RODHE, W., 1948. Environmental Requirements of Freshwater Plankton Algae. *Symb. Botan. Upsal.*, 10, 1: 1-149.

ROSENBERG, M., 1939. Algal physiology and organic production. *Ann. appl. Biol.*, 26, 1: 172-174.

RUSSELL, F. S., 1935. On the value of certain plankton animal as indicators of water Movements in the English Channel and North Sea. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 20, 2: 309-332.

— 1937. The seasonal Abundance and Distribution of the pelagic young of Teleostean Fishes in the Plymouth Area. Part. IV. - The year 1936, with notes on the conditions as shown by the occurrence of Plankton Indicators. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 21: 679-686.

STRØM, K. M., 1932. Tyrifjord. A Limnological study. *Skr. N. Vidensk. Akad. Oslo* 1, Mat. Kl. 3: 1-84.

STRØM, K. M., 1945. Lakes with stagnant deeps. The meromictic lake type of Norway and the question of measuring productivity by hypolimnetic oxygen deficit. *Skr. N. Vidensk. Akad. Oslo 1, Mat. Nat. Kl. 7: 1-16.*

——— 1946. The metabolic cycle in lakes. *Biol. Jb. Dodonaea, 13: 171-173.*

SUSHKINA, A. P., 1942. Feeding of young of the year of *Caspialosa kessleri* in the region of Saratov. *Bull. Acad. Sc. U. R. S. S., sér. Biol., 5: 334-348.*

VOLLENWEIDER, R. and WOLFF, H., 1948. Zur Methodik der Planktonstatistik. *Schweiz. Z. Hydrologie 21, 12: 254-262.*

VOLTERRA, V., 1937. Applications des mathématiques à la biologie. *Enseign. Mathém. 36, 5 - 6: 297-330.*

#### ADDENDUM

Telle qu'elle est envisagée dans cette publication, la notion de Productivité semble abordée d'un point de vue assez théorique. Cependant, dans quelques cas spéciaux, la continuité des recherches effectuées durant de longues années, sur des masses d'eau particulières, a permis un calcul approché satisfaisant de cette productivité. L'exemple le plus frappant de réussite en cette matière semble être celui des lacs du Wisconsin (U.S.A.).

Ces lacs, et le lac Mendota en particulier, sont étudiés depuis près de 80 années, et les documents relatifs à la Production de matière vivante dans ceux-ci sont extrêmement nombreux. Plus de 400 publications ont été éditées et ont permis des synthèses partielles.

Parmi ces publications notons:

16 travaux relatifs à l'étude de la pénétration de l'énergie solaire dans le milieu aquatique.

14 recherches sur les facteurs physiques: température, vents, gaz dissous, etc.

12 travaux relatifs à la répartition d'éléments minéraux ou organiques importants au point de vue biologique.

9 relatifs à la composition ou la formation des sédiments.

7 relatifs aux phénomènes de photosynthèse et à leurs relations avec la radiation solaire ou la quantité de chlorophylle.

8 ont trait à la composition chimique des organismes aquatiques, végétaux et animaux.

7 ne s'occupent que des bactéries et de leur distribution, leur action, leur rôle.

Enfin,

18 publications sont relatives à la croissance des poissons.

10 aux statistiques de pêche et à la distribution de ces poissons, et

6 à leur nourriture et leur physiologie.

Tous ces travaux ont amené des conclusions qui ont permis à plusieurs reprises des calculs de la Productivité des eaux considérées. Une des dernières en date, dont la liste bibliographique est suggestive à ce sujet, est le travail de

JUDAY, CH., 1940. The animal energy budget of an inland lake. *Ecology, 21, 4: 438-450.*

J'en donnerai, pour terminer, la liste bibliographique qui montre quels genres de travaux il reste à accomplir, avant de pouvoir déterminer avec quelque sérieux la productivité d'une masse d'eau déterminée.

BERE, R., 1933. Numbers of bacteria in inland lakes of Wisconsin as shown by the direct microscopic method. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrol.* 29: 248-263.

BIRGE, E. A. and JUDAY, CH., 1922. The inland lakes of Wisconsin. The plankton. I. Its quantity and chemical composition. *Wisc. Geol. Nat. Hist. Survey*, Madison, 64, 222 pages.

——— and ——— 1926. Organic content of lake water. *Bull. Bur. Fish.* 42: 185-205.

——— and ——— 1929. Transmission of solar radiation by the waters of inland lakes. *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts & Let.* 24: 509-580.

——— and ——— 1934. Particulate and dissolved organic matter. *Ecol. Monog.* 4: 440-574.

———, ——— and MARCH, H. W., 1928. The temperature of the bottom deposits of Lake Mendota. *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts & Let.* 23: 187-231.

DAVIS, F. J., 1940. Surface loss of solar and sky radiation by inland lakes. *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts & Let.* (In press).

FRED, E. B., WILSON, F. C. and DAVENPORT, A., 1924. The distribution and significance of bacteria in Lake Mendota. *Ecology*, 5: 311-339.

HENRICI, A. T. and MACCOY, E., 1938. The distribution of heterotrophic bacteria in the bottom deposits of some lakes. *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts & Let.* 31: 323-361.

JUDAY, C., 1914. The inland lakes of Wisconsin. The hydrography and morphology of the lakes. *Wis. Geol. Nat. Hist. Survey*, Madison, 137 pp.

——— 1921. Observations on the larvae of *Corethra punctipennis* Say. *Biol. Bull.* 40: 271-286.

——— 1922. Quantitative studies of the bottom fauna in the deeper waters of Lake Mendota. *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts & Let.* 20: 461-493.

MILLER, E. R., 1938-39. Monthly meteorological summary. Publ. by U. S. Weather Bureau Office, Madison, Wisconsin.

MUTTKOWSKI, R. A., 1918. The fauna of Lake Mendota. - A qualitative and quantitative survey with special reference to the insects. *Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts & Let.* 19: 374-483.

PEARSE, A. S., 1925. The chemical composition of certain freshwater fishes. *Ecology* 6: 7-16.

PEARSE, A. S. and ACHTENBERG, H., 1920. Habits of yellow perch in Wisconsin lakes. *Bull. Bur. Fish.* 36: 297-366.

RALPH, G. A., 1913. Report of the water resources investigation of Minnesota, 1911-1912: 558-559.

RICKETT, H. W., 1922. A quantitative study of the larger aquatic plants of Lake Mendota. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts & Let.* 20: 501-527.

SCHUETTE, H. A. and HOFFMAN, A., 1922. Notes on the chemical composition of some of the larger aquatic plants of Lake Mendota. I. *Cladophora* and *Myriophyllum*. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts & Let.* 20: 529-531.

SCHUETTE, H. A. and ALDER, H., 1929. Notes on the chemical composition of some of the larger aquatic plants of lake Mendota. III. - *Castalia odorata* and *Najas flexilis*. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts & Let.* 24: 135-139.

SPOEHR, H. A.: Photosynthesis. 393 pp. New-York, 1926.

TRANSEAU, E. N., 1926. The accumulation of energy by plants. *Ohio J. Sci.* 26, 1: 1-10.

WILLIAMS, F. T. and MAC COY, E., 1935. The microflora of the mud deposits of Lake Mendota. *J. Sed. Petrol.* 5: 31-36.

Signalons plus récemment les travaux complémentaires de:

ALLGEIER, R. J., HAFFORD, B. C. and JUDAY, C., 1941. Oxydation-reduction potentials and pH of lake waters and lake sediments. *Trans. Wisc. Acad. Sci.* 33: 115-133.

HILE, R., 1942. Mathematical relationship between the length and age of the rock bass, *Ambloplites rupestris* (Rafinesque). *Papers Mich. Acad. Sci. Arts & Let.* 28: 331-341.

MANNING, W. M. and JUDAY, R. E., 1941. The chlorophyll content and productivity of some lakes in northeastern Wisconsin. *Ibid.* 33: 363-394.

NELSON, M. M. and HASLER, A. D., 1942. The growth, food, distribution and relative abundance of the fishes of lake Geneva, Wisconsin, in 1941. *Ibid.* 34: 137-148.

WOODBURY, L. A., 1941. A sudden mortality of fishes accompanying a super-saturation of oxygen in Lake Waubesa, Wisconsin. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 71: 112-117.

SCHNEBERGER, E. and WOODBURY, E. A., 1944. The lake sturgeon, *Acipenser fulvescens* (Rafinesque) in lake Winnebago, Wisconsin. Creel census, age, length, and weight. *Trans. Wisc. Acad. Sci.* 36 (In press).

et plus généralement:

JUDAY, CH. and HASLER, A. D., 1946. List of publications dealing with Wisconsin Limnology 1871-1945. *Trans. Wiscon. Acad. Arts & Let.* 36: 469-490.

# A Contribution to the Knowledge of the stunted Growth of Perch (*Perca* *fluviatilis* L.) in Holland

by

C. L. DEELDER

(Government Institute for Fishery-Research, Holland).

## CONTENTS

	page
<b>Introduction</b> and acknowledgements .....	357
<b>Chapter I:</b> Growth of normal perch. Method of scale reading	361
<b>Chapter II:</b> Stunted growth of perch in some Dutch waters	365
<b>Chapter III:</b> Observations in the show-basin .....	368
<b>Chapter IV:</b> Discussion .....	373
<b>Chapter V:</b> Short comparison about preying of some predato- ryfishes .....	375
<b>Summary</b> .....	376
<b>References</b> .....	377

## INTRODUCTION AND ACKNOWLEDGEMENTS

For a long time fishermen of some dutch inland waters have been complaining about the bad growth of perch. It appeared that in many waters the growth stopped at a length of about 11—15 cm, while the sexual development began at a smaller length. The result was that a great many small perch inhabited the waters. As the legal minimum size at which perch in Holland may be kept is 18 cm, and those perch never seemed to reach this size, it is clear that they became a great nuisance to the fishermen.

For this reason a request was made to the Government Institute for Fishery-Research to study this phenomenon and to try to find a solution. Investigations have been carried out, the results of which are published here.

Table I. Comparison of the growth of perch in different countries.

	Group:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
England														
Lake Windermere	Hartley (1947)	5.3	10.7	13.2	14.2	15.-	16.5							
England														
East-Anglia	Hartley (1947)	5.8	8.7	11.1	14.6	16.5	16.3							
Finland														
Thusbyträsk	Brofeldt (cf. Alm, 1946)	3.2	6.1	7.7	11.3	13.9	17.1	17.7	19.3	24.3				
Finland														
Pellinge	Segerstråle (1933)	3.4	6.6	8.2	10.1	11.5	13.1	14.1	16.6					
Germany														
Elbe-mouth	Mohr (1923)	13.5	16.5	19.0	21.7	28.5								
Germany														
Several Prussian lakes	Röper (1936)	7.2	9.-	10.2	11.2	12.6	13.4	14.8	16.2	17.7	19.-			22.0
Holland														
Geestmerambacht	Redeke (1921)	6.6	8.8	10.-	11.4	12.8	14.6	15.9						
Hungary														
Lake Fertő	Geyer & Mann (1939)	17.4	21.3											
Norway														
St. Oivann	Olstad (cf. Alm, 1946)	3.9	7.-	9.7	12.2	14.6	15.9	17.6						
Russia														
Lake Krugloe	Svetovidov (1929)	6.6	10.-	13.8	16.6	19.9	23.9	25.8						
Sweden														
Mälaren	Nilsson (cf. Alm, 1946)	3.7	6.9	10.7	14.6	17.9	20.1	22.2	24.2					
Sweden														
Hjälmmaren	Alm (cf. Alm, 1946)	3.9	7.9	11.6	15.6	19.5	22.6	25.8	27.4	31.6	32.5			
Switzerland														
Lake of Constance	Nümann (1947)	13.5	15.6	20.6	21.4	22.2	22.2	24.-	24.3					

During my investigations I got much help from several persons. Dr. SUNIER, director of the Amsterdam Zoo "Natura Artis Magistra", kindly put a large show-basin at my disposal to study the behaviour of perch while catching their prey.

Mr. Hos, Fisheries Inspector for Dutch inland waters enabled me to make several inquiries and to collect many perch.

Moreover, many officers of the Fisheries Inspection, and also many fishermen, collected material and enabled me to carry out my investigations.

Prof. Dr. G. P. BAERENDS and Dr. B. HAVINGA read and corrected the manuscript.

Messrs. P. VAN BREE and H. B. HAVINGA furnished me with prey-fishes. I tender my best thanks to all those persons who were so helpful to me.

Figure 1.

Length-frequency of perch caught in a certain part of the Yssel-Lake, in the same year. Perch have been measured from tip of the snout to end of the tail. Millimeters are not noted. Thus 16,1 cm and 16,9 cm are regarded as 16 cm. (Cf. table 2.)

— 22 June 1948  
— 19—24 July 1948  
— — — 13—17 Sept. 1948

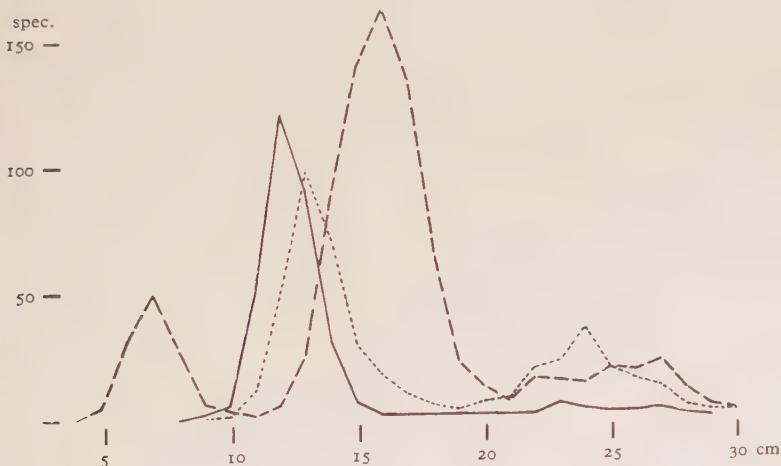


Table 2. Length-frequency of perches caught in a certain part of the Yssel-Lake, in the same year. (Cf. fig. 1.).

	Perch caught on 22 June 1948	Perch caught on 19-24 July 1948	Perch caught on 13-17 Sept. 1948
cm.	spec.	spec.	spec.
5	—	—	5
6	—	—	31
7	—	—	49
8	—	—	27
9	2	—	6
10	5	1	3
11	49	11	1
12	120	50	5
13	89	97	25
14	30	70	88
15	6	29	138
16	1	17	161
17	1	9	133
18	1	5	65
19	1	3	22
20	1	6	12
21	1	7	6
22	1	19	15
23	5	22	14
24	3	35	13
25	2	19	19
26	2	15	18
27	3	12	22
28	1	4	11
29	—	2	4
30	—	2	2
31	—	1	1

## CHAPTER I

### GROWTH OF NORMAL PERCH. METHOD OF SCALE-READING

Because I wanted to know the factors influencing the stunted growth of perch, it was of course necessary to know the age and also the growth in earlier years. Some methods can be used for this purpose, e.g. reading scales, opercula, otoliths etc. I used exclusively the scales, as these could be easily obtained and in great numbers. It is known, that the scales of perch show so-called winter-rings, which are of annual occurrence (SEGERSTRÅLE, 1933). Thus from the number of these rings we may deduce the age, moreover from the distance between them we may calculate the growth in earlier years<sup>1)</sup>.

In order to calculate the growth in earlier years from the winter-rings I used the method of DAHL-LEA, who assumed that scales ( $s$ ) grew proportionately to the length ( $l$ ) of the fish, for which reason the algebraic equation  $s_1 : s_2 = l_1 : l_2$  etc. may be used. I am well aware that this method may not be accurate considering the discussion of many authors (cf. SEGERSTRÅLE, 1933). This author held the opinion, that the growth of the perch-scales is not proportionate to the growth of the body-length; so that consequently the method of DAHL-LEA cannot be used to calculate former growth-speed of perch. However, OTTESTAD (1938) pointed out, that the study of the nature of the relationship between the size of the scale and the corresponding average fish length cannot furnish us with proof or disproof of the hypothesis of the constant ratio of fish length to scale length of the individual fish, nor can we in this way discover the relationship between the growth of the fish and that of its scales. It has not yet been finally determined what relationship exists between the growth of the fish and that of its scales. According to OTTESTADT, however, there are so many indirect proofs or indications that the fish and the scales grow proportionally, that we may accept this as a fact. With regard to this, I used the simple DAHL-LEA procedure, as I

<sup>1)</sup> This well-known method of correlating winterrings with the age is commonly ascribed to HOFFBAUER (cf. SEGERSTRÅLE, 1933). I do not agree with this opinion, since as early as in 1684 ANTHONI VAN LEEUWENHOEK discovered winterrings in scales and assumed that their number indicated the age. (42nd Missive of 25th July 1684).

wished only to have some idea about the growth of perch in former years.

Many other investigators also studied the growth of perch. It then often appeared that this growth was so unsatisfactory compared with that of other fishes, that this species became rather notorious for it. By studying table 1, we may conclude indeed, that the growth of perch may be extremely slow. This is, however, not a necessity. For the data of GEYER & MANN (1939), about Lake Fertö show an extremely good growth of perch.

These Hungarian observations agree very well with some data which I collected in a certain part of the Yssel Lake (former Zuyder Zee) in the summer of 1948. In this lake a great number of perch were caught in a kind of trawl net of which the smallest meshes in the hind part has a width of  $15\frac{1}{2}$  mm, (when measured wet and stretched). The collected data are shown in table 2, and fig. 1.

From this table we may conclude that in June 1948 the I group had an average length of about 12 cm (measured from the tip of the snout to the end of the tail) and in July of the same year: about 13,5 cm. In September 1948 the 0 group had already an average length of about 7 cm and the I group of about 16 cm. So it appeared that the growth of the I group in 2 months was not less than 2 cm, and in 3 months (June—September) 4 cm.

Catches of the 0 group were not made in June and July as the tiny fish could then escape through the meshes. From the September data we may conclude that perch up to a length of 5 cm may have escaped easily out of the net. As we also caught 0 group perch of 9 cm, it is obvious that some perch of the 0 group must have had at least a growth of 4 cm in 2 months.

Comparing these data with those of table 1, it will immediately appear that there is a great difference between them, those of Lake Fertö excepted.

In this connection I want to draw attention to an unpublished communication of HAVINGA (1945). In the latter the author described how he tried to calculate the age and growth of perch from Yssel Lake by using the scales. It then appeared that his results did not tally with the data computed from the, so-called, Petersen modes, which are very distinct (cf. fig. 1). The data derived from the scales pointed to a greater age and correspondingly smaller growth than those computed from the modes. Trying to solve this problem the author found the solution by dipping the scales in about 10% HCl. It appeared that in the scales  $\text{CaCO}_3$  is present which forms false "winterings". When dipping the scales in HCl the  $\text{CaCO}_3$  disappears, while  $\text{CO}_2$  is formed. After this, the real winterings are distinctly visible. HAVINGA proved that data computed from these

real winterings were in agreement with those of the Petersen modes. Thus manipulating, the following average growth of perch in Yssel Lake was found:

about 7—13½—19—24—28—32 cm in subsequent years.

Considering these results, it would be of interest to investigate whether the opinions of other authors about bad growth have been biased by sham winterings or not.

During my investigations I always kept the scales in 1% HCl for at least 24 hours. In this way I got rid of the  $\text{CaCO}_3$  as well as of many crystal-shaped objects which were incorporated in the scales and hampered the observations.

Perhaps this method was not necessary in all cases, but the scales at least became clearer and much easier to be studied than those not treated with HCl.

Table 3. Lengths of stunted perch in cm in subsequent years from different Dutch waters.

Geestmerambacht, 10 Apr. 1947			Loosdrecht, Oct. 1947		
O	I	group	O	I	group
8.4	11.4	cm	5.9	12.2	cm
7.0	11.2	"	5.7	11.2	"
6.6	9.7	"	4.2	10.5	"
7.2	10.9	"	5.9	10.4	"
8.4	11.8	"	6.8	10.8	"
7.3	10.4	"	7.1	11.1	"
9.7	12.4	"	5.4	10.8	"
7.1	13.-	"			
6.7	12.-	"			
6.6.	10.4	"			
Meerkerk, 23 Oct. 1946			Nannewijd, 16 Oct. 1946		
O	I	II	O	I	group
8.0	11.3	cm	6.8	10.7	cm
6.1	10.7	"	7.6	11.7	"
6.9	11.1	"	7.1	10.5	"
6.2	9.6	12	6.3	9.6	"
6.9	10.6	"	6.4	10.9	"
6.7	10.6	"			
6.8	12.3	14.6			
6.4	9.7	"			
6.0	10.4	"			
6.4	9.9	"			

Oostzanierpolder, 28 March 1947				Reeuwijkse plassen, October 1946						
O	I	group	O	I	group	cm				
9.2	14.7	cm	7.1	12.0	cm					
8.0	14.0	"	6.1	10.4	"					
9.1	15.1	"	5.0	10.5	"					
6.6	13.6	"	6.0	9.0	"					
6.7	13.2	"	6.3	10.1	"					
7.8	15.2	"	5.7	10.0	"					
7.5	14.0	"	5.9	10.3	"					
6.6	14.3	"	6.7	10.0	"					
8.5	14.3	"	8.2	13.2	"					
8.3	13.7	"	5.4	10.2	"					
Rijperkerk, 8 Apr. 1947				Environment of Sneek, 16 April 1947						
O	I	II	III	group	O	I	II	III	group	cm
6.6	9.9	12.3		cm	6.5	9.6	12.0		cm	
7.4	11.2	15.5		"	6.7	9.7	13.7		"	
8.3	14			"	6.2	9.9	13.7		"	
7.5	11.2			"	7.3	13.6			"	
5.5	11.3	14.0		"	5.6	8.7	11.3	13.5	"	
6.3	10.5	14.0	17.9	"	4.8	8.7	12.0	14.8	"	
5.6	10.7			"	6.4	10.0	12.1		"	
					6.6	11.1	14.9		"	
					5.9	9.9	14.4		"	
					6.3	10.7			"	
					5.6	10.5	14.5		"	
Weststellingwerf, 16 Oct. 1946				O	I	II	group			
6.4	11.0			O	I	II	group	cm		
5.7	11.2			5.7	11.2			"		
5.8	10.0			5.8	10.0			"		
5.6	12.0			5.6	12.0			"		
7.0	11.3			7.0	11.3			"		
9.0				9.0				"		
6.2	9.1	13.2		6.2	9.1	13.2		"		
7.3	13.1			7.3	13.1			"		
6.3	10.2			6.3	10.2			"		

## CHAPTER II

### STUNTED GROWTH OF PERCH IN SOME DUTCH WATERS

More than 300 stunted<sup>1)</sup> perch from different waters have been investigated. All were caught by so-called fyke-nets, in which they had to stay for varying periods before the fishermen emptied these nets. Owing to this, the perch had either digested their food or had spit it out. Investigation of food therefore could not be carried out. As, however, the food of perch has been a subject of intensive study of many authors, this omission is not a great loss.

With regard to the complaints of the fishermen, it was a rather great surprise to me, to learn from the scale-readings that the growth of the stunted perch in our inland waters was good. In table 3 some data taken at random are shown about this subject. From this table we may conclude that the growth was not unsatisfactory and that it should have taken only a few years for the perch to reach the legal minimum size of 18 cm, provided that their rate of growth was unchanged. And this is probably what has not happened.

If the growth decreased gradually this should have been perceived in the diminishing distance between the winterrings of the scales. This was not the case.

As the fishermen could not be wrong in their complaints that many perch never reached the legal minimum size, I am forced to assume that the growth of these fishes is normal to a length of about 13 cm or thereabout, and then stops abruptly while the fish are still living.

It is remarkable that in Sweden, ALM (1947) came to the same conclusion. This author did not use scales, but experimented with marked perch, which were set free in ponds and were recaptured again afterwards. His conclusion is that in stunted populations the majority of perch stops growing at a size of about 14 cm, even though the perch may live on for several years.

With regard to the causes of the stunted growth of so many other species, which are very frequently a matter of lack of food, one may suppose that the stunted growth of perches is also caused by a lack of food; from this, one may arrive at a remarkable conclusion. The

<sup>1)</sup> These perch were recognised at the very early-ripe condition of their sexual organs.

fact that the growth of the perch is good in the first years, but goes down to nil afterwards indicates that the diet of the perch must change at a length of about 13—14 cm. Should this not be the case, it would be incomprehensible that perch of 13 cm do not grow, while at the same time numerous smaller perch show a good growth, thus indicating that enough food is available, (always supposing that lack of food causes the stunted growth).

Regarding the communication of ALM, the latter is in agreement with the trains of thoughts mentioned above, as will be discussed now.

According to various investigations of several authors (cf. ALM 1947) we know that the perch feeds on plankton in its first year. The next year small animals play a part in the food and sometimes small fish. When the perch reaches a length of about 14 cm it gradually changes to fish diet, especially smelt (*Osmerus eperlanus* L.) roach (*Leuciscus rutilus* L.) and alburn (*A. alburnus* L.). At this size, younger perch do not constitute a food source of importance. Now ALM proved with marked perch that the stunted growth is caused by a lack of the prey-fish mentioned above, so that the perch have to continue to feed upon the smaller animals as *Asellus*, *Chironomus*-larvae, larvae of *Ephemeridae*, *Gammarus*, *Neomysis*, etc. This has to be borne in mind, while studying the stomach-contents of stunted perch and also of other species, for these contents are primarily not important as they form only a substitute food. Just the "contents" that are not present are the most important ones, therefore in order to get an idea as to what food is necessary it would be best to compare stomach-contents of stunted fish with those which develop normally.

While managing a fish-population all this must be remembered too. As we learned, perch of 13 cm and over want smelt or eventually roach for food. Now in my opinion it would be rather useless to diminish a stunted perch-population in the hope that the remaining perch will grow better, when there are no smelt or roach, so that perch have to feed e.g. on insects, although this may be a good food for the smaller stages.

As the phenomena of the stunted growth in Holland are exactly the same as those in Sweden described by ALM, it is reasonable to assume that in Holland the cause of the stunted growth must also be sought in a shortage of prey-fish.

For checking out of this assumption several inquiries were made among the fishermen with the help of the officials of the fisheries-inspection about the occurrence of stunted perch and of preyfish. This was rather difficult, as each water in Holland has its own specific character which makes a comparative study practically impossible. Nevertheless I got the impression that shortage of prey-

fish, especially the smelt, does cause a stunted growth of the perch. Some instances are quoted here:

1) In Yssel Lake, where perch show a very good growth, smelt are abundant and form an important perch-food (HAVINGA, 1945). Exactly the same can be stated from some other inland waters, e.g. Amstelmeer and Hollandse Yssel.

2) In some lakes near Gouda, there was formerly a good smelt- and also a good perch-population. Owing to a deliberate change in connecting waters the salinity in the lakes was decreased and the smelt disappeared. From then the growth of the perch stopped, while the bigger perch gradually disappeared. On the contrary, in lakes in the neighbourhood which are unchanged, the smelt is still abundant and the growth of the perch still good.

3) In a lake near Heeg, the population of smelt has decreased considerably during the last 7 years. After this the growth of the perch became stunted.

4) When the Zuyder-Zee existed, the water of the surrounding watersystem in Holland and Friesland was rather brackish, owing to leaks in the sluices and the opening of lock-doors when ships had to pass etc. In these waters smelt were so abundant that even special smelt-fisheries could exist. Here also a very good perch-growth could be noticed. After the enclosure of the Zuyder-Zee, the water in the surrounding provinces became fresher. In a great many of these waters the smelt disappeared or diminished considerably, after which the perch population became stunted.

“Het Zwarre Water” gives us a good example. Formerly smelt were abundant here. The growth of the perch was good: about 6—10—16—18½—24 cm in consecutive years (REDEKE, 1925). Nowadays smelt have disappeared and the growth of the perch is stunted.

5) According to BROUWER (1931), in some Dutch waters (not named) the growth of perch improved after an increase in the smelt-population.

These reports are certainly in agreement with our former supposition. The disappearance of prey-fish, viz. the smelt, seems to cause a stunted growth of perch. However, it now becomes incomprehensible why the perch, when hungry, do not consume young roach which are abundant in most Dutch waters, also in those where stunted perch occur; so much the more as ALM considers the roach too as an important prey-fish.

It was supposed, that this problem could be ascribed to the special behaviour of the perch or roach or of both. Certainly it is possible that behaviour plays an important part in the feeding of fish, although this subject is rather neglected by many authors. However, there are indications of a happy change. For instance it may be ment-

ioned here, that NIKOLSKY (1945) considers the "study of feeding habits" as the first problem in modern ichthyology.

Returning to our problem, it will be obvious that the study of the behaviour of hunting perch and of hunted roach could be best done in a great aquarium. For this reason I applied to Dr. SUNIER, director of the Amsterdam Zoo, with the request to put one of the show-basins in the aquarium-building of the Zoo at my disposal, which request was kindly answered in the affirmative.

## CHAPTER III

### OBSERVATIONS IN THE SHOW-BASIN

The show-basin in question measured about  $3 \times 2 \times 1\frac{1}{2}$  m. The frontside was made of glass, the other sides and the bottom of gravel-stones and cobbles, cemented to each other. As these walls were slanting we may reckon that the contents of the basin amounted to about  $7\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>.

There were no plants. To prevent lack of oxygen the water was kept moving by using an inflow and overflow.

Besides this basin I also used a store basin in which to keep the perch when I did not want to experiment with them.

The experiments lasted from 27th May 1949 till 26th July 1949, during which time I used 15 perch, whose lengths varied from about 7 cm to about 22 cm. In order to keep them healthy during the rather warm days, and to get a quite natural behaviour I did not dare to measure them exactly or to mark them individually.

When perch and prey-fish were put into the basin, they were handled very carefully, and not simply thrown into the water.

As I kept the perch hungry, they were very lively when prey-fish were administered and made quick movements when hunting roach. For this reason I could not observe and note down simultaneously but had to make my protocols afterwards, which became, therefore, rather descriptive. For this reason it is of little use to quote them literally here. Therefore the behaviour of the perch will only be described.

Before discussing the experiments it may be stated that they all pointed to a solution of the problems. Moreover, I had the opportunity of making some observations which are in agreement with our ideas about change in diet at a length of about 14 cm and about the reluctance of certain perch to seize smaller congeners.

These latter phenomena are discussed first.

### 1) Change in diet.

All the perch readily took larvae of *Chironomus* when they were fed with those animals.

When I put plants (e.g. *Helodea*, *Ceratium* etc.) into the basin all perch began to search these plants individually and to eat the small animals between and attached to the plants. In these cases no difference in conduct between the perch could be observed.

However, when I put small prey-fish into the basin, a difference was discovered immediately. The two perch of 7 and 9 cm were never seen hunting, or paying even the slightest attention to the roach, although they were quite hungry (Once they were not fed for a fortnight). This conduct was in complete contrast to that of the other perch from a length of 15 cm upwards. As will be described below, these perch were very aggressive and hunted the roach persistently.

Moreover the small perch did not pay attention to other quick moving perch, which was also in contrast to the conduct of the other ones. (It will be stated below, that the hunting-scheme is a.o. based upon this character). When I put some roach of about 10 cm into the basin, these were hunted by the greater perch, but the small ones of 7 and 9 cm on the contrary closed in and tried to form a shoal with the roach, which is of course an unimaginable conduct for a predator. From this we may also conclude that these small perch had not yet developed predatory habits.

All these differences were quite obvious and in agreement with the opinion of many authors (ALM, 1947) that up to the length of about 14 cm a perch does not prey (and in my opinion thus presumably will not hunt) upon roach, while greater perch will do so.

### 2) Perch preying upon smaller perch.

As already has been mentioned, perch from 15 cm upward always hunted and seized roach, even those of 8—10 cm length. Although I kept my perch quite hungry, so that they sometimes tore the roach out of the mouth of each other into pieces — I never saw them hunt even their smallest congeners of 7 and 9 cm.

Once a great perch of about 35 cm — belonging to the Zoo — was put into the basin. This one immediately began to hunt all my other perch: I never saw him seize one, but according to some torn fins this must have happened sometimes, when I was not present. The change in conduct of all my perch was remarkable. They now practically did not swim, tried to hide behind stones or against dark places of the walls and gave only a poor impression with their contracted fins. As soon as the 35 cm perch was taken out of the basin

again, the whole situation changed suddenly. The remaining perch began to swim again, expanded their fins and gave the same lively impression that I was accustomed to.

Because the smallest perches never acted in the way as they did when the 35 cm perch was present — which hunted upon them — we may also decide that they were not hunted by my other perches.

Concluding this section it may be pointed out, that the results of these experiments are in agreement with the opinion of several authors, (cf. ALM, 1947), that perch only begins to prey upon smaller congeners, after having attained a considerable length. I did not try to discover why the medium-sized perch hunted roach, but did not hunt perch of the same length, as this would fall beyond the scope of the investigations.

### 3) Perch preying upon roach.

Many roach from  $1\frac{1}{2}$  cm up to 10 cm have been put into the experimental basin. From all these observations a fair impression of the hunting methods of the perch could be obtained.

First of all it became clear, that the perch searches its prey with its eyes. Movements are detected quite quickly, non-moving objects are mostly neglected. Roach which kept themselves motionless against the walls were not hunted. When swimming, they immediately attracted perch, even from distances of some meters. (As already pointed out, the smallest perch formed an exception). The same happened with e.g. floating air bubbles or pieces of cork. Obviously all these things attracted attention at once when in movement.

Moreover the perch paid much attention to their congeners too, i.e. when the latter were moving fast. When attentive, the perch swam quite unusually with greater or smaller quick darts. When a perch acted in this way, it immediately attracted the presence of other perch, after which these too perceived the object of interest.

Some other examples of this phenomenon may be given too: When a roach of about 10 cm was put into the basin, which was too large for some of the perch, these paid no attention to it. However, when the greater perch went hunting the roach, the smaller ones immediately approached and hunted too. So, even within a few seconds, they changed their conduct completely, due to the hunting of their larger congeners.

As I have already described, a perch of about 35 cm had been put into the basin. Now when this one went hunting upon a smaller perch, sometimes the other ones approached suddenly.

Finally a perch was observed which swam quickly, while scratching itself along a stone. Here too the other ones quickly came nearer.

From these reports we get the opinion that fast moving objects

attract perch. This phenomenon is in my opinion an important character, upon which the hunting-scheme of perch is based. For it implies that a perch when hunting a prey-fish will attract the presence of other perches, which in turn will hunt too. And this is necessary. For a perch hunting alone will practically never succeed in getting food. To seize a prey, a perch is completely dependant upon its congeners, as will be described now.

A hunting perch swims fast to the prey and tries to snatch it but, as a matter of fact, nearly always misses. Sometimes one even sees a perch miss at a distance of some centimeters from its prey. Moreover, when the prey is rather sizeable, a perch is much handicapped by its habit of trying to approach its prey from the frontside, and to seize the head first. (This feature will be discussed later). So a hunting perch has to pass the prey, while making a sharp turn. Of course the prey-fish will immediately take a sharp turn too in order to escape. From this one obviously gets the impression that a healthy roach can rather easily outrun an attacking perch. The whole sight gives one exactly the same poor impression as a sparrow when "hunting" a butterfly.

When a perch succeeded in seizing a roach by its tail, the roach usually freed itself when the perch again opened its mouth. This was observed several times, when a roach in its peril swam itself flat upon the shallow parts near the overflow. In that case the roach's tail was still moving in the deeper water. Mostly a perch snatched this tail and seized the roach into deeper water, which then freed itself again, after which the whole chase was continued.

Hunting perch give one undoubtedly the impression that one perch alone will scarcely succeed, or not at all, in seizing a healthy prey. To investigate this I put for some days a hungry perch of about 22 cm alone into the basin, in which I administered several times healthy roaches of 2—5 cm length. Then the opinion was confirmed that the perch did not succeed at all in seizing a roach in the middle of the basin. As, however, the roach tried to escape in dark niches between the wall-stones, and tried — in their peril — to swim "through" the wall, the perch was able to snatch them here. But of course stony walls are not natural circumstances, and one may assume with certainty that in nature a single perch will not succeed in getting enough fishfood.

The experiment with the large perch of 35 cm may be mentioned here too. This specimen remained in the basin for several days and hunted the other perch. Although it must have taken some perch by their fins (according to their torn appearance), it never succeeded in swallowing one.

Because a single perch is thus unable to secure enough fishfood,

but does need it, this problem seems solved by cooperation. As already has been pointed out, a hunting perch will immediately get the company of other perch in the neighbourhood. This shoal attacks the prey and surrounds it. When the prey-fish tries to escape one perch it consequently swims into the direction of another one and will then be seized soon, and when this hunting-method will be continued, at least each perch will succeed in snatching a prey, certainly when a shoal is attacked. From our observations one may assume that it is in this way of "pack-hunting" that perches get sufficient fish-food to live and to grow.

Hunting in the way as described above will have success in open water stretches, for here the perch is able to keep its prey in sight, and to maintain visual contact with its congeners. As I got the impression from different observations made both in the show-basin as well as in the field that small roach in peril are accustomed to escape into dark plant-masses, in which they can escape attention easily, one may wonder what would happen, when they were hunted by perch.

That roach swim into a cluster of plants when in danger, is in agreement with their way of living. NEUHAUS (1936), who also cites several other authors about this subject, points out that roach up to a length of about 15 cm are accustomed to feed for a great part between plants. So when plantmasses are the normal environment of roach one may assume — with regard to what is known from other animals — that in case of danger, the roach will also seek refuge amidst plants.

To investigate this, floating *Helodea* plants were put into the basin where they formed a not densely packed mass with maximal measures of  $50 \times 50 \times 10$  cm.

It now appeared, that when hunted roach reached these plants they swam into and stayed there. Although the roach were visible many times, the perch did not attempt to follow them, even not individually, — so the chase came to an end — although they did stay in the neighbourhood. Only when the roach after some time swam out of the plants, the hunting was continued, but stopped again when the roach returned.

In this way a roach of about 5 cm managed to remain alive for at least 3 days. Considering this fact one must remember that the plants only formed a small patch in a large clean basin, containing several hungry perch. So one must agree that the odds were rather against the roach. Nevertheless the perch did not succeed in getting it, although they were steadily watching and swimming around the plants.

## CHAPTER IV

### DISCUSSION

Returning to our perch we may repeat the important character of their hunting method, viz. "the pack-hunting", which is completely hampered in water grown over with plants, apart from the fact that prey-fish may escape easily attention here and also for this reason will not be hunted. From the foregoing we may conclude that fish-species swimming in shoals which will not try to escape in plants, but will keep to the open water, will constitute a favourable source of food. In my opinion in these regions the smelt fully satisfies these demands. I did not succeed to get smelt alive into the basin, owing to their fragility, so I could not experimentate with them. But with regard to their fragility and their character to lose their scales very quickly, when in contact with an object (LESKIEN, 1942), it may be assumed with fair certainty that the smelt is a fish of the open water and will not swim through plants. Now indeed accordingly to MARRE

Table 4.

Length of perch from polder Grootslag in consecutive years. Greatest length attained on 17 August 1949.

O	I	II	III	group
9.3	16.4	20.-		cm
11.9	18.-	21.6		"
10.6	19.-	23.2		"
8.4	14.9	18.7		"
9.-	13.3	15.1		"
10.1	19.8	23.-		"
10.4	17.5	21.6		"
10.1	15.8	19.-		"
11.6	18.8	22.8		"
10.-	14.9	16.7		"
8.6	16.2	20.1		"
8.2	13.2	15.6		"
5.3	16.9	20.6	22.7	"
4.6	17.6	24.1	27.4	"

(1931), MOHR (1941), and WILLER (1926) the smelt is a fish living in shoals in open water stretches. From these features one may conclude that smelt will constitute an important perch-food. This supposition is in agreement with our statement upon page 11.

But as a matter of fact our starting point was to investigate why the growth of perch became stunted when smelt disappeared, although numerous roach were available. This can be explained by considering that the roach may escape easily in the overgrown Dutch inland waters, while the perch do not hunt after them amidst the many plants.

Some data could be obtained which confirm this opinion.

1) Although most polders<sup>1)</sup> are notorious for the small perch living in the ditches, some make an exception, e.g. polder Grootslag and Wieringermeer. Here the ditches and canals are dredged regularly. Owing to this procedure, practically no plants occur here. Although no smelt are present, the perch growth is not stunted at all (cf. table 4), this in complete contrast with the other polders in the neighbourhood, where the ditches are not dredged, and plants grow in masses. Not only does the perch grow fast in the polders mentioned, but it appeared, when studying the perch of polder Grootslag, that these had a large amount of fat around their intestines, which I up till now only observed in perches from Yssel Lake. So this is also a proof, that perch are certainly able to feed on roach alone, provided that the environment is suitable.

2) A similar good example is also constituted by two adjacent polders in the "Krimpenerwaard", one lying near Gouderak, the second near Ouderkerk.

In the first one the ditches are shallow, the depth is about 1 m. Consequently, many plants are growing here. Young roach are abundant, but perch does not grow here. The stunted perch occur with millions, but practically no full grown perch can be obtained.

In the adjacent polder of Ouderkerk, the farmers do not like the use of artificial manure, but instead use the mud of the ditches. So these ditches are dredged regularly to a depth of several meters, where consequently no plants occur. Here perch show a good growth; perch of about 500—1000 gr. weight are no exception, and the annual perch-catch is very satisfactorily.

3) Reports from some enclosed clear waters without plants in Zeeland, also convincingly show that perch may grow well when feeding upon roach and not upon smelts.

<sup>1)</sup> A polder is an area of land in which the water-level can be kept upon a certain height, independant of the surrounding water-level. In most polders the water-level lies below the level of high-tide in the sea.

From the foregoing we may arrive at the following conclusion:

After having attained a length of about 13 cm the perch needs fish for food. Owing to their way of living, smelt offer a good opportunity to perch to be preyed upon. When smelt are missing, other fish may form a food-substitute. The two most abundant species are perch and roach. Because young perch do not constitute a favoured food, the roach will then be the most important prey-fish.

However, a roach may escape easily when the water is grown with plants. In this case perch do not succeed in snatching enough roach and the perch-growth becomes stunted. When, on the contrary the roach lack a safe escape in clear waters, — which is seldom the case in Dutch inland waters, — perch may show a satisfactorily growth. As a matter of fact plants do not grow in the deep waters, so open water-stretches are formed here. It will be obvious that such a feature is advantageous to the perch, when preying either upon smelts or upon roach. Hence we may expect that in Holland just in deep waters perch will grow well, which is indeed a wellknown fact to all Dutch fishermen.

## CHAPTER V

### SHORT COMPARISON ABOUT PREYING OF SOME PREDATORY-FISHES

Before ending this publication I should like to describe a special character of hunting perch, in order to compare this with those of other predators. The preference of the perch to seize its prey at the head has already been mentioned. This feature was noticed many times and may be correlated with the perch's impotence to swallow a roach from behind. Only small roach of about 1—1½ cm were swallowed at once. To investigate if this phenomenon is in some way a reaction during the hunting-procedure, some roach were mutilated by cutting their fins, so that they could not swim and in consequence could not give rise to special reactions. These roach too were approached from the frontside and seized by their head. Once a roach of about 8 cm was seized by a perch too small to swallow it. After having spit out the roach, the perch tried several times again without result, always seizing the roach at its head. When at last the roach sunk at the bottom, the perch stayed near it for about 10 minutes now and then trying to swallow the roach with head first. The same attempts also were repeated by another perch which happened to swim along.

This peculiar method of seizing the prey is quite in contrast with the method of three other predatory fishes, which I had the opportunity of studying too, in the Amsterdam aquarium, viz. wels (*Silurus glanis* L.), pike (*Esox lucius* L.) and pike-perch (*Lucioperca sandra* Cuv.). A brief description of their respective methods shall be given here.

The wels had rather the simplest way to seize a prey-fish. After swimming in the direct neighbourhood of one of the prey-fish (here roach too) it suddenly opened its mouth so that I got the impression that the roach were rather sucked in with the surrounding water and swallowed at once completely.

The pikes of the Zoo moved themselves into the wanted direction, when intending to seize a prey. After a sudden dash, which was nearly always completed before one became aware of it, they again stood quiet with mostly a roach in their mouth. Many times the roach lay in the same direction as the pike. Now the pikes made several peculiar movements with their head, by which the roach was turned in the mouth, so that then its head pointed to the pike's tail. After this it was swallowed.

The pike-perches hunted the roaches by swimming and trying to seize one, when they had approached their prey. When this had success, they mostly had a roach more or less across in their mouth. Now they also made movements with their head by which they snatched their prey continually at a more hind part, so that finally the roach was kept at its tail. After this the roach was swallowed, thus forming a rather cruel sight to the public of the Zoo, who then saw a pike-perch swimming with a gradually disappearing, heavily breathing roach-head out of its mouth, (cf. NEUHAUS, 1934).

These observations were confirmed by the intendants of the aquarium-building, and show convincingly that these predatory species have their own peculiar method of seizing a prey. It will be obvious, that as a consequence of these differences in conduct, there may be also differences in demands concerning e.g. environment, wanted species for food and — generally speaking — in the whole ecology of the species. So this is in agreement with what has already been discussed formerly, namely that when studying a fisheries-problem, some knowledge of the behaviour of the species in question may have its use.

## S U M M A R Y

The stunted growth of the Dutch perch was studied. To calculate the age and former growth the winterrings of the scales were used.

The excellent growth of perch in some parts of Holland in contrast to the bad growth reported by foreign authors is discussed. It is pointed out that the latter growth may be ascribed to the existence of false winterrings, from which one can get rid by dipping the scales in a HCl-solution.

It appeared that the initial growth of the stunted perch up to about 13 cm is good. The stunted growth afterwards must be ascribed to a shortage of prey-fish. Especially the smelt seems to be very important. As, however, in Holland young roach are abundant it seems incomprehensible why these cannot serve for suitable perch-food. To investigate this problem the conduct of hunting perch was studied in an aquarium.

The results of the aquarium-experiments were in agreement with the change in food-diet at a certain length discussed by other authors; also with the assumption that middle-sized perch do not prey upon smaller congeners.

Concerning the preying upon roach it became clear that a single perch will scarcely or not succeed in seizing a roach. The hunting is accomplished by cooperation in open water stretches. Amidst plants perch does not hunt. Hence the stunted growth of perch in Holland must be ascribed to the many plants in Dutch waters, between which the roach may easily escape hunting by perch.

A short comparison of prey-sizing by wels, pike, pike-perch and perch is made.

#### REFERENCES

ALM, G., 1946. Reasons for the Occurrence of stunted Fish-Populations. *Rep. Swedish State Inst. Freshwater Fish. Res.*, Drottningholm, no 25.

BROUWER, A. B. Verslag over de Visserij gedurende het Jaar 1930. Verslagen en Mededelingen van de Afdeling Visserij en van het Departement van Binnenlandse Zaken en Landbouw, no 17, The Hague, 1931.

GEYER, F. and H. MANN, 1939. Limnologische und fischereibiologische Untersuchungen am Ungarischen Teil des Fertö. *Arb. des Ungar. Forsch. inst.* 11: 64—193.

HAVINGA, B., 1945. Rapport betreffende de Visscherij en den Vischstand op het IJsselmeer. Unpublished.

HARTLEY, P. H. T. The coarse Fishes of Britain. 12th Sci. Publ. Freshwater Biol. Brit. Empire. Ambleside, Westmorland, 1947.

— 1947—'48. The natural History of some British freshwater fishes. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 117: 129—206.

LESKIEN, J., 1942. Beitrag zur Biologie des Stintes (*Osmerus eperlanus* L.). *Z. Fischerei* 40: 49—102.

MARRE, G., 1931. Fischereiwissenschaftliche Untersuchungen über die Grundlage der Stintfischerei im Kurischen Haff. *Z. Fischerei* 29: 443—512.

MOHR, E., 1924. Beiträge zur Naturgeschichte des Barsches und des Kaulbarsches. *Mitteil. Zool. Staatsinst. u. Zool. Mus. Hamburg* 40: 79—94.

— Stint (*Osmerus Artedi*) Handbuch der Binnenfischerei III, Lf. 7, Stuttgart, 1941.

NEUHAUS, E., 1934. Studien über das Stettiner Haff und seine Nebengewässer III. Untersuchungen über den Zander. *Z. Fischerei* 32: 599—634.

— 1936. Studien über das Stettiner Haff und seine Nebengewässer IV. Untersuchungen über die Plötze. *Z. Fischerei* 34: 63—111.

NIKOLSKY, G., 1945. The principal problems of the modern ichthyology. *Bull. Soc. Nat. Moscou, Sect. Biol.* 50, (5—6): 12—13.

NÜMANN, W., 1939. Untersuchungen über die Biologie einiger Bodenseefische in der Uferregion und den Randgebieten des freien Sees. *Z. Fischerei* 37: 637—688.

OTTESTAD, P., 1938. On the Relation between the Growth of the Fish and the Growth of the Scales. *Rapp. et Proc. Verb.* 108: 23—31.

REDEKE, H. C., 1921. Voorlopig Verslag over Onderzoeken betreffende de slechte Groei van Baars in den Geestmerambachtpolder. *Verslagen Inst. Biol. Visserij-onderzoek*, 1920: 10—18.

— 1925. Rapport aan den Minister van Binnenlandsche Zaken en Landbouw betreffende de maat op baars. Unpublished.

RÖPER, K. C., 1936. Ernährung und Wachstum des Barsches (*Perca fluviatilis* L.) in Gewässern Mecklenburgs und der Mark Brandenburg. *Z. Fischerei* 34: 567—638.

SEGERSTRÅLE, C., 1933. Über scalimetrische Methoden zur Bestimmung des linearen Wachstums bei Fischen. *Acta Zoologica Fennica* 15.

SVETOVIDOV, A., 1929. To the Question of Age and Growth of Perch, Rudd and Pike from the Lake Krugloe. *Rev. Zool. Russe* 9, (4): 21—22.

WILLER, A., 1926. Untersuchungen über den Stint (*Osmerus eperlanus* L.) in Ostpreussen. *Z. Fischerei* 24: 521—558.

# Activités algologiques et limnologiques en France pendant l'année 1950

par

P. BOURRELLY

Une cinquantaine de notes et mémoires constituent l'apport français pour 1950 aux divers domaines de l'algologie et de la limnologie. Il faudrait ajouter à cet ensemble les communications présentées aux deux Congrès internationaux de Limnologie et de Botanique, Congrès dont les comptes-rendus ne sont pas encore publiés.

En *Cytologie*, la Revue „le Botaniste” a fait paraître un gros mémoire posthume de P. A. DANGEARD (15) sur la structure des Cyanophycées et le comportement de leur vacuome. Ce travail était achevé quant au texte à la mort de l'illustre cytologue; les planches sont aussi de la main de l'auteur, mais légende des figures et diagnoses des nouveautés systématiques sont souvent incomplètes. P. A. DANGEARD a examiné et coloré vivalement une soixantaine d'espèces de Cyanophycées de toutes familles. On peut résumer ses conclusions en quelques mots: absence complète de noyau chez les Algues bleues; le corps central n'a rien de commun avec l'appareil nucléaire et représente simplement le vacuome. Deux phrases de l'auteur entre autres, peuvent résumer cette opinion un peu surprenante: „Pendant que nous affirmons, sans aucune restriction, avec une conviction absolue, l'absence totale d'un noyau chez les Cyanophycées . . .” et plus loin „l'absence de sexualité chez les Cyanophycées résulte de l'absence de nucléome: tout le métabolisme cellulaire s'en trouve modifié et l'évolution de ces organismes s'est trouvé limitée. On a ainsi par l'existence des Cyanophycées un exemple de ce que pouvait réaliser une cellule sans noyau: il s'agit d'une mérotomie naturelle portant sur tout un groupe . . .” Au cours de ce travail, quelques nouveautés systématiques sont décrites: nov. gen. de Cyanochloridinées, *Microphycea*; *Mantellum*, nov. gen. de Chroococcales; *Tolypotricha*, nov. gen. proche de *Tolypothrix*; enfin nov. sp. d'*Oscillatoria* et de *Tolypothrix*.

B. DELAPORTE prise à partie, par P. A. DANGEARD, répond à ses critiques en une courte note (19) où elle confirme sa position en

rappelant que le corps central des Cyanophycées, donne une réaction de Feulgen positive, et se colore aussi au rouge neutre (ou au bleu de crésy) mais en coloration post vitale.

D. NEUGNOT (41) utilisant les techniques de ROBINOW et de BOIVIN met en évidence chez quelques Cyanophycées (*Gloeothecace*, *Chroococcus*, *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Nostoc*), un appareil nucléaire formé de granules, de filaments en haltères ou moniliformes. Elle donne aussi des indications sur la nature chimique des grains de cyanophycine (lipidiques) et des corpuscules métachromatiques (métaphosphates en liaison protéiques).

J. et G. FELDMANN (24) continuent leurs travaux cytologiques sur les algues rouges par l'examen des rhodoplastes de *Myriogramme minuta* espèce à cellules à plaste unique. Dans les tétraspores, ce plaste se fragmente en petits rhodoplastes discoïdes comme chez les autres Delesseriacées. Dans la jeune plantule cette structure ne se retrouve que chez les rhizoïdes tandis que les cellules du massif cellulaire ne possèdent plus qu'un seul plaste.

Les mêmes auteurs (25) montrent que les „corps en cerise”, inclusions réfringentes des vacuoles des cellules externes de *Laurencia obtusa*, naissent d'un pseudopode qui s'allonge et qui porte à son extrémité une vacuole spécialisée qui devient le corps en cerise. La nature chimique de ce corps est précisée.

C. DELAY (20) suit l'évolution du noyau pendant la spermogénèse de *Chara vulgaris* et dénombre 28 chromosomes. Dans le noyau homogène des spermatozoïdes mûrs, les chromonemas sont visibles après action des vapeurs ammoniacales (et coloration).

Sur des bases morphologiques et cytologiques, E. G. PRINGSHEIM et R. HOVASSE (43) nous font part de leurs observations sur les Astasiacées dans leurs relations de parenté avec les Eugléniens verts. Certains *Astasia* se rattachent directement à des Euglènes colorées, par contre il subsiste tout un groupe à métabolie prononcée dont il est difficile de saisir l'origine exacte. Le genre *Distigma* est l'équivalent incolore d'*Eutreptia*. Aucun caractère précis de cytologie ou de morphologie ne permet de séparer les formes d'eugléniens incolores des formes vertes.

M. CHADEFAUD (8—9) apporte une contribution originale et fortement étayée à la phylogénie des algues par l'interprétation habile des cellules nageuses des Chlorophycées et des Chromophycées. Il se fonde principalement sur la forme et la disposition de la fossette vestibulaire d'où partent les flagelles. Dans les 2 groupes, l'organisme de départ possède une dépression flagellaire en forme de cratère conique et des fouets isocontes. Chez les Chlorophycées: 1) les Prasinophycinées (*Pyramimonas*, *Prasinocladus* etc. . . .) ont conservé le cratère flagellaire primitif; 2) chez les Euchlorophycinées, une

papille protoplasmique saillant au fond du cratère, l'obstrue en ne laissant que les vacuoles contractiles.

Chez les Chromophycées, c'est-à-dire les algues à plastes généralement colorés et amyloïde extraplastidal, le cratère flagellaire ancestral se retrouve encore chez *Pocillomonas flos aquae* Steinecke; il se continue par une tranchée longitudinale ventrale chez les Cryptophycées, cette tranchée s'atténue chez les Phéophycées, puis se réduit à trois sillons chez les Dinophycées et leurs alliées. Une réduction plus poussée s'affirme chez les autres groupes. Nous pouvons résumer ainsi la classification des algues telle qu'elle ressort des travaux de morpho-cytologie de CHADEFAUD. Quatre grands embranchements: 1) Chlorophycées à chloroplastes verts et amidon vrai, intraplastidal avec 4 classes: Zygophycinées ou Conjuguées, Prasinophycinées (groupant les *Pyramimonas*, *Platymonas*, *Prasinocladus*, *Chlorodendron*, *Trichloris*, *Dangeardinella*), Euchlorophycinées avec la plupart des Chlorophycées des Ulothricales aux Chlamydomonadales, enfin les Charophycées. 2) les Chromophycées à plastes colorés et amyloïde extraplastidal avec les classes: Pocillophycinées, Cryptophycinées, Phéophycinées, Dinophycinées, Raphidophycinées (Chloromonadines), Euglénophycinées, Chrysophycinées (Chrysophycées, Xanthophycées et Diatomées). Enfin les deux embranchements sans cellules nageuses: Rhodophycées et Cyanophycées.

J. FELDMANN (22) cultive *Halicystis parvula* Schm. et montre que les zygotes donnent en germant *Derbesia tenuissima* (De Not.) Crn. L'étude cytologique de ces deux algues conduit d'ailleurs à des résultats identiques. L'auteur suppose que *Derbesia Lamourouxii* dont le gamétophyte est inconnu se reproduit indéfiniment par zoospores sans méiose.

S. VILLERET (47) suit la reproduction sexuée chez *Draparnaldia plumosa* et montre qu'elle se rapproche de celle de *Dr. glomerata*.

En *Systématique* et en *Floristique*, P. FUSEY (26) donne une deuxième note sur les Diatomées du Jura, où parmi plus de 200 espèces (dont certaines nord-alpines) il décrit des nouveautés appartenant aux genres *Fragillaria*, *Achnantes*, *Diploneis*, *Navicula*, *Pinnularia* et *Cymbella*.

S. VILLERET (48) découvre en Bretagne, une nov. sp. de *Gloeo-chloris* d'eau douce, il complète son étude par une clef de détermination de toutes les espèces de ce genre d'Hétéroconte. Le même auteur (49) montre que *Cosmarium coronatum* Cooke et Wills est sans doute une forme monstrueuse de *C. Brebissonii*.

P. BOURRELLY et E. MANGUIN (7) continuant leurs travaux sur les algues d'eau douce de Madagascar, donnent une liste de 143 algues d'un petit lac-étang acide et signalent 23 sp. nov. parmi les *Asterionella*, *Actinella*, *Eunotia*, *Navicula*, *Cymbella*, *Trachelomo-*

*nas, Closterium, Pleurotaenium, Euastrum, Micrasterias.* Quelques notes biogéographiques et écologiques complètent ce mémoire.

R. CORILLION (12) apporte une contribution floristique importante à la connaissance des Desmidiées, Chlorophycées et Cyanophycées de la région de Mayenne. Il signale de plus (13) une nouvelle station du rarissime *Nitella Brebissonii* Hy.

Madame G. FELDMANN (23) dans un ensemble de deux notes sur les Céramiacées de Nouvelle-Zélande révise l'*exsiccata* distribué par LINDAUER et signale quelques espèces nouvelles parmi les genres *Antithamnion*, *Ceramium*. Elle décrit le nov. gen. *Dasyptilon*, de la tribu des Ptiloteae et donne une clef de détermination des genres de cette tribu.

Il faut signaler dans l'*esquisse* de la végétation côtière de la Basse Guinée française par R. SCHNELL (46), une liste d'algues marines déterminée par J. FELDMANN et où figure un *Bostrychia* connu uniquement de Guyane.

Madame P. GAYRAL (29) explorant les eaux douces du Maroc nous donne ses premiers résultats en une série de Cyanophycées et de Volvocales non encore signalées dans cette région, série qu'elle accompagne de remarques écologiques et systématiques.

P. BOURRELLY (4) retrouve *Aphanocapsa Farlowiana* Drouet, espèce américaine, dans le lac du Bourget, ainsi qu'une nov. sp. de *Phormidium*.

Le même auteur (5) donne dans un but de vulgarisation, une initiation pratique à la systématique des algues d'eau douce dont la première partie traite des techniques de récolte, du travail au Laboratoire et indique la bibliographie des ouvrages généraux.

En écologie, signalons les travaux de A. H. DIZERBO (21) sur les algues marines supérieures du Massif Armoricain, où après une étude biogéographique sur le peuplement algal de la côte bretonne et les gisements de laminaires, l'auteur donne des observations sur la biologie et la répartition d'*Alaria esculenta*; il indique enfin la flore d'un récif et termine par des aperçus sur la flore profonde des baies du Finistère.

M.-L. PRIOU (44) montre que la sécheresse estivale anormale dans l'embouchure de la Rance a augmenté la salinité et permis à certaines espèces marines d'algues de remonter la rivière et de s'installer en des lieux qu'elles n'atteignent pas normalement.

H. GANTES (27) étudie la bionomie intercotidale de la région atlantique marocaine et la compare aux côtes de France; elle montre que les formations algales, sous l'action des conditions climatiques assez spéciales, sont différentes de celles d'Europe.

En eau douce, M. LEFEVRE (36) nous fait part de ses observations sur le plancton vernal de quelques étangs de Sologne, il suit l'appa-

rition des divers groupes d'algues et insiste sur l'importance de l'interaction entre zoo- et phytoplancton.

A. JUILLET (31) passe en revue les mauvaises herbes envahissant les rizières de la région de Beaucaire, il fait une place importante aux algues, indique leur évolution écologique et le moyen de les détruire par le sulfate de cuivre.

R. CORILLION (14) compare les associations à *Chara* et *Tolympella glomerata* (*Chareto-tolympelletum glomeratae* R. Corill.) des eaux alcalino-saumâtres du Finistère avec un groupement des régions baltiques où *Tol. glomerata* est remplacée par *Tol. nidifica*. Dans la même spécialité, le même auteur (10) précise l'écologie et la composition de 4 autres associations à Charophytes du Bas-Maine armoricain. Il signale la présence de *Nitella capillaris* en haute altitude (2080 m.) dans les Pyrénées Centrales (11).

Madame GAUTHIER—LIEVRE (28) analyse les contenus stomacaux et intestinaux des poissons du Niger moyen, elle en donne une longue liste d'algues et de rhizopodes, liste complétée par des indications sur l'écologie, la fréquence et la répartition géographique.

P. BOURRELLY (6) en une courte note signale quelques espèces pantropicales de Desmidiées (et *Bulbochaete horrida*) dans la région de la boucle du Niger.

J. BLACHE (3) étudie le phyto- et zooplancton du cours inférieur du Mékong, du Grand-Lac du Cambodge et ses émissaires, tant du point de vue écologique, systématique que biogéographique, dans ses variations saisonnières et journalières. Il exprime ses intéressants résultats par une série de graphiques très parlants.

En *Physiologie*, A. WURTZ (52) cultive une Volvocale *Pandorina morum*, sur divers milieux nutritifs, organiques et minéraux. Une solution minérale sans azote, additionnée d'autolysat de levure, se montre particulièrement favorable. L'autolysat agit non par ses vitamines mais par ses acides aminés. *Pandorina morum* croît indéfiniment sur milieu purement minéral et utilise les nitrates, mais préfère les sels d'ammonium ou les acides aminés.

H. JAKOB (30) additionnant de colchicine des milieux de culture où croissent *Pediastrum* et *Scenedesmus*, met en évidence des réactions différentes, parfois dans un même genre. Elle atteint les fortes concentrations de 2 gr. par litre.

M. LEFEVRE, M. NISBET et H. JAKOB (38—39) poursuivent leurs recherches sur les substances algostatiques excrétées par les algues, soit en cultures, soit dans les collections d'eau naturelles. Les Cyanophycées (*Aphanizomenon gracile* et *Oscillatoria planctonica*)秘ètent des produits inhibiteurs fortement toxiques. Ces substances ont une action spécifique, qui peut être algostatique sur une algue et au contraire algodynamique sur une autre.

En *Biochimie*, J. AUGIER et M. H. HENRY (1) découvrent chez *Vidalia volubilis* (Rhodophycée) un composé phénolique riche en brome, identique à celui qui existe chez *Polysiphonia fastigata*.

CH. SANNIE (45) publie l'analyse chimique de *Macrocytis pyrifera* des îles Kerguelen; il remarque la pauvreté en iodé (0,09 à 0,22 %), la richesse en acide alginique (17 à 20 %), la faible teneur en mannitol (4 à 6 %) et l'absence presque totale de laminarine (0,5 à 0,7 %). Dans les cendres qui atteignent 40 %, dominent les sels de potassium.

En *Limnologie*, J. B. PANOUSE (42) prospecte un lac marocain d'altitude rappelant les lacs oligotrophes alpins mais avec une moins grande richesse en oxygène dissous dans les parties profondes.

J. WAUTIER (51) résume dans une courte note au Congrès de Limnologie, les résultats intéressants obtenus sur les filtres à sable submergé. Le potamoplancton initial est remplacé par une population à caractère littoral et benthique, la circulation de l'eau empêche la limitation du peuplement par confinement.

M. LEFEVRE (33) par l'analyse chimique et planctonique de l'eau de Seine en amont et aval de Paris, met en évidence des divergences qualitatives et quantitatives bien marquées. Les facteurs expliquant ces différences sont: l'action toxique des eaux usées, la dilution du plancton par les apports d'eau d'égout et enfin l'arrivée des éléments allochtones venant des collections d'eaux riveraines. Du point de vue pratique, l'apport organique continu et modéré est favorable au rendement piscicole.

Le même auteur (34) insiste sur la difficulté d'une appréciation exacte ou même approchée de la quantité de plancton en hydrobiologie. La seule méthode précise pour mesurer la productivité d'un étang consiste à le vider et à peser le poisson récolté. Malgré ces vues justes mais teintées de pessimisme, M. LEFEVRE reconnaît que la planctonologie donne des renseignements précieux tant théoriques que pratiques.

L'expérimentation en laboratoire lui permet de s'assurer que la Cyanophycée *Aphanizomenon gracile* ne peut servir de nourriture à *Daphnia pulex* et *D. magna*, la rigidité des trichomes s'opposant à leur absorption par les Cladocères (35).

Dans un article de haute vulgarisation, M. LEFEVRE et H. JAKOB (37) mettent à la portée du public éclairé, la question complexe de la compatibilité et de l'antagonisme chez les algues fondées sur la notion de produits algostatiques et algodynamiques. Ils relatent les effets curieux de nanisme obtenus chez les gardons nourris avec certaines algues bleues.

P. VIVIER (50) présente en quelques pages, l'effort de la Station Centrale d'Hydrobiologie appliquée, son organisation, sa compo-

sition, les laboratoires qui en dépendent et les recherches qui s'y poursuivent.

Dans le domaine des *Algues fossiles*, G. DEFLANDRE (18) nous initie à la biologie et la systématique des Silicoflagellidés actuels et fossiles par une importante mise au point monographique groupant sous une forme condensée toutes nos connaissances sur ce groupe, tant du point de vue cytologie, taxinomie que répartition géologique. Ce beau mémoire illustré de nombreuses figures originales présente des sp. nov. dans les genres *Corbisema*, *Dictyocha* et *Naviculopsis*.

Le même spécialiste (17) fait une révision des Coccolithophoridées en les divisant en deux grands groupes d'après la structure ultramicroscopique des éléments calcaires: 1) *Heliolithae* à particules calcaires à orientation radiales (coccolithes) avec les *Syracosphaeridées* et les *Coccolithidées*; 2) les *Ortholithae* à structure d'apparence cristalline avec *Braarudosphaeridées*, *Thoracosphaera*, *Calciostolidées* et sans doute *Discoasteridées*. La famille des *Halopappidées* est aberrante.

G. DEFLANDRE (16) étudie l'atrophie progressive de la partie dorsale du squelette des *Ebriopsidae* fossiles et décrit 2 nov. gen.

E. MANGUIN (40) publie un travail d'ensemble sur les Diatomées fossiles des dépôts lacustres de l'Ankaratra (Madagascar) où il retrouve 52 °. de formes actuelles, mais aussi 22 nouveautés parmi les *Melosira*, *Cyclotella*, *Opephora*, *Fragillaria*, *Asterionella*, *Eunotia*, *Cocconeis*, *Achnantes*, *Stauroneis*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Surirella*. Des renseignements écologiques et systématiques complètent cette belle étude.

Dans le chapitre de la *Technique*, signalons la publication par le Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, d'un petit fascicule „Conseils pour la récolte des cryptogames muscinées, algues, plancton et champignons” (32). En quelques pages accompagnées de croquis, Rob. LAMI initie les profanes à la collection et la préparation des algues marines, P. BOURREILLY indique brièvement les divers modes de pêche du plancton et des algues d'eau douce.

Nous terminerons en mentionnant une note de J. BARBIER (2) sur la biologie des Phycomycètes aquatiques qui est susceptible d'intéresser et de rendre service à tous ceux qui se passionnent pour la biologie des eaux douces.

Il faut ajouter à l'analyse bibliographique ci-dessus, les travaux suivants qui ont été malencontreusement oubliés et que notre collègue et ami, R. MESLIN à eu l'amabilité de nous communiquer:

BIGOT, A. - Origine des silex des stations préhistoriques de Soumont (La Brèche-au-Diable) et d'Olendon, Calvados (Notes de Géologie normande, XLIII). Bull. Soc. Linn. Norm., 9ème série, vol. VI, 1948—

1950, pp. 62—63. (détermination des microfossiles des silex par G. DEFLANDRE)

FREMY, P. - Cyanophyceae in Exploration du Parc National Albert. H. Damas (1935—1936). (Institut des parcs nationaux du Congo Mission Belge. fasc. 19, 1949, pp. 17—51, 9 fig.) (Important travail posthume du grand spécialiste des Cyanophycées avec description d'une nov. sp. de *Bacularia*. L'auteur montre à ce sujet que le genre *Bacilosiphon* Copeland est synonyme de *Bacularia* Borzi. De ce fait *Bacilosiphon induratus* Copel. devient *Bacularia indurata* (Copel) Frémy.)

HENRY, M. H. - Contribution à la recherche des glucides solubles et des lipides chez les Floridées. (Rev. Gén. Bot., 56, 1949, pp. 352—363). (Étude biochimique des genres *Lemanea*, *Sacheria* et *Rhodymenia*).

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) AUGIER, J. et HENRY, M. H. - Au sujet du Brome des Rhodophycées. (Bull. Soc. Bot. France, 1950, 97, pp. 29—30).
- (2) BARBIER, J. - Contribution à l'étude de la biologie des Phycomycètes aquatiques. (Rev. Gén. Bot. 57, 1950, pp. 23—47, 20 fig.).
- (3) BLACHE, J. - Considérations sur le plancton de surface des eaux douces du Cambodge. (Serv. peche et chasse, Indochine. 1950, pp. 14—36, 8 pl.).
- (4) BOURRELLY, P. - Deux Cyanophycées nouvelles du Lac du Bourget: *Phormidium Franqueti*, nov. sp. et *Aphanocapsa Farlowiana* Drouet et Daily. (Bull. Soc. Bot. France, 1949, 96 pp. 231—232, 1 fig.)
- (5) BOURRELLY, P. - Initiation pratique à la systématique des Algues d'eau douce I. (Microscopie, 1950, 2, pp. 63—69, 1 fig.)
- (6) BOURRELLY, P. - Biogéographie des algues d'eau douce d'Afrique. (Soc. Sc. Nat. Maroc, 1950, 6, pp. 90—91).
- (7) BOURRELLY, P. et MANGUIN, E. - Contribution à l'étude de la flore algale d'eau douce de Madagascar: le Lac de Tsimbazaza. (Mém. Inst. Sc. Madagascar, 1949, II, pp. 161—190, 7 pl.).
- (8) CHADEFAUD, M. - Les cellules nageuses des Algues dans l'embranchement des Chromophycées. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 788—796, 7 fig.)
- (9) CHADEFAUD, M. - Les cellules nageuses des Algues dans l'embranchement des Chlorophycées. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 988—990, 7 fig.)
- (10) CORILLION, R. - Les associations végétales des étangs du Bas Maine Armorican (suite) (Bull. Mayenne Sciences, 1950, pp. 66—73, 3 fig.)
- (11) CORILLION, R. - Sur la présence du *Nitella capillaris* (Krocker) Groves and Bullock-Webster dans le Massif de Néouvielle (Hautes-Pyrénées) (Bull. Soc. Bot. Fr., 1949, 96, No 7—9, pp. 240—241).
- (12) CORILLION, R. - Contribution à l'étude de la flore algologique du Bas Maine Armorican. I. Desmidiées des cuvettes tourbeuses des landes de Glaïntin. II. Récoltes algologiques dans les environs de Mayenne. (Bull. Mayenne, Sciences, 1949 (1950) pp. 93—108, 1 fig.).

(13) CORILLION, R. - Troisième addition à la flore charologique de l'ouest de la France. (Bull. Soc. Bot. France, 1950, 97, pp. 4—5).

(14) CORILLION, R. - L'association à *Chara* sp. pl. et *Tolypella glomerata* (Chareto-Tolypelletum glomeratae R. Corill.) des eaux alcalines saumâtres de la baie d'Audierne (Finistère). (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 230, pp. 123—124).

(15) DANGEARD, P. A. - Mémoire sur la structure des Cyanophycées et le comportement de leur vacuome. (Le Botaniste, 1950, 30, 341 pp. 17 pl.)

(16) DEFLANDRE, G. - Sur une tendance évolutive des Ebriediens. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 158—160, 11 fig.)

(17) DEFLANDRE, G. - Observations sur les Coccolithophoridés à propos d'un nouveau type de Braarudosphaeride, *Micrantholithus*, à éléments clastiques. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 1156—1158, 11 fig.)

(18) DEFLANDRE, G. - Contribution à l'étude des Silicoflagellidés actuels et fossiles. (Microscopie, 1950, 2, pp. 72—108; 117—142; 191—210, 243 fig.).

(19) DELAPORTE, B. - A propos d'un mémoire posthume de P. A. DANGEARD sur la structure des Cyanophycées (Rev. Cytol. Biol. végét. 1949, 11, pp. 362—363).

(20) DELAY, C. - Observations cytologiques sur les Characées I. (Rev. Cytol. Biolog. végét. 1949, 11, pp. 315—322, 5 fig.)

(21) DIZERBO, A. H. - Quelques aspects de la végétation des Algues marines supérieures du Massif Armoricain. (Rev. Trav. Off. Sc. techn. Pêches marit. 1949—50, t. 15, pp. 43—59, 2 cartes).

(22) FELDMANN, J. - Sur l'existence d'une alternance de générations entre l'*Halicystis parvula* Schm. et le *Derbesia tenuissima* (De Not.) Crn. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 230, pp. 322—323).

(23) FELDMANN, G. - Sur quelques Ceramiacées de Nouvelle Zélande. (Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 1950, 22, pp. 131—141, pp. 307—314, 14 fig.).

(24) FELDMANN, G. et J. - Les rhodoplastes du *Myriogramme minuta* Kylin. (Rev. Gén. Bot., 1950, t. 57, pp. 504—510, 2 fig.).

(25) FELDMANN, J. et G. - Les „corps en cerise” du *Laurencia obtusa* (Huds.) Lam. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 1335—1337, 4 fig.)

(25) FUSEY, P. - Contribution à la flore algologique du Jura II. Diatomées des régions de Montbenoît et du Russey (Doubs). (Microscopie, 1950, 2, pp. 149—164, 1 pl.)

(27) GANTES, H. - Niveaux d'algues sur la côte atlantique à Temara (Maroc) (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 1328—1329).

(28) GAUTHIER-LIEVRE, L. - Liste des algues provenant des contenus intestinaux des poissons du Niger Moyen. (Cybium, Bull. Ass. Amis Labor. Pêches colon., 1949, 4, pp. 55—61.)

(29) GAYRAL, P. - Notes d'algologie Marocaine (Soc. Sc. Nat. Maroc, 1950, 6, pp. 95—97).

(30) JAKOB, H. - Influence de la colchicine sur le développement de certaines algues d'eau douce. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 230, pp. 1023—1025).

(31) JUILLET, A. - A propos de la flore d'invasion des rizières. (Phytoma, 1950, 14, pp. 10—16; 7 fig.).

(32) Laboratoire de Cryptogamie du Muséum Nat. d'Hist. Nat. de Paris. - Conseils pour la récolte des Cryptogames, Muscinées, Lichens, Algues, plancton, Champignons. (32 pages, 15 fig. Paris 1950).

(33) LEFEVRE, M. - Influence des déversements d'eaux usées de la région parisienne sur le plancton de la Seine. (Ann. Stat. Centr. Hydrobiol. appl. 1950, 3, pp. 153—171, 9 fig.).

(34) LEFEVRE, M. - Les pêches quantitatives de plancton en hydrobiologie. (Ann. Stat. Centr. Hydrobiol. appl. 1950, 3, pp. 195—203).

(35) LEFEVRE, M. - Aphanizomenon gracile Lemm. Cyanophyte défavorable au zoo-plancton. (Ann. Stat. Centr. Hydrobiol. appl. 1950, 3, pp. 205—208, 4 fig.).

(36) LEFEVRE, M. - Plancton vernal de quelques étangs de Sologne. (Ann. Stat. Centr. Hydrobiol. appl. 1950, 3, pp. 209—222).

(37) LEFEVRE, M. et JAKOB, H. - De la Pénicilline à la Pisciculture. (Bull. Franc. Piscicult. 156. 1950.).

(38) LEFEVRE, M.; NISBET, M. et JAKOB, E. - Action des substances excrétées en culture par certaines algues sur le métabolisme d'autres espèces d'algues. (Trav. Ass. Inter. Limnol. théor. appl., Congrès de Suisse, 1948—49, vol. X, pp. 259—264).

(39) LEFEVRE, M.; JAKOB, H.; NISBET, M. - Sur la sécrétion, par certaines Cyanophytes, de substances algostatiques dans les collections d'eau naturelles; (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 230, pp. 2226—2227).

(40) MANGUIN, E. - Contribution à la connaissance des Diatomées fossiles des dépôts lacustres de l'Ankaratra. (Ann. géolog. serv. Mines, 1949, 18, pp. 85—115, 4 pl.)

(41) NEUGNOT, D. - Contribution à l'étude cytologique des Cyanophycées par application des techniques de mise en évidence de l'appareil nucléaire chez les Bactéries. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 230, pp. 1311—1313, 4 fig.).

(42) PANOUSE, J. B. - Étude limnologique d'un lac marocain, l'Ageulmane Azigza. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 980—981).

(43) PRINGSHEIM, E. G. et HOVASSE, R. - Les relations de parenté entre Astasiacées et Euglenacées. (Arch. Zool. exper. Génér., 1950, 86, pp. 499—450, 14 fig. 1 pl.).

(44) PRIOU, M. L. - Quelques observations sur la flore algale à Port St Hubert en août 1949. (Bull. Lab. marit. Dinard, 1950, 33, pp. 27—28).

(45) SANNIE, CH. - Sur la composition d'une algue des îles Kerguelen: *Macrocystis pyrifera* (L.) Ag. (C. R. Acad. Sc. Paris, 1950, t. 231, pp. 874—876).

(46) SCHNELL, R. - Esquisse de la végétation côtière de la Basse Guinée Française. (Confér. Internac. dos Africanist. Occident. Ocid. Bissau, 1947, vol. 2, 1 part. Lisboa 1950, pp. 203—214).

(47) VILLERET, S. - La reproduction sexuée chez „*Draparnaldia plumosa*” (Chlorophycée, Chaetophorée) (Bull. Soc. Sc. Bretagne, 1949, 24, pp. 71—74, 2 fig.).

(48) VILLERET, S. - Une nouvelle espèce d'algue héterokontée „*Gloeochloris Mangenotii* nov. sp. (Bull. Soc. Sc. Bretagne, 1949, 24, pp. 91—96, 3 fig.).

(49) VILLERET, S. - Remarques sur le „*Cosmarium coronatum*” Cooke et Wills. (Bull. Soc. Sc. Bretagne, 1949, 24, pp. 105—107, 1 fig.)

(50) VIVIER, P. - La station centrale d'Hydrobiologie appliquée; but, composition, recherches. (Trav. Ass. Int. Limnol. théor. appl. Congrès de Suisse, 1948—49, vol. X, pp. 511—514).

(51) WAUTIER, J. - Biologie des filtres à sable submergé. (Trav. Ass. Int. Limnol. théor. appl. Congrès de Suisse, 1948—49, vol. X, pp. 515—518, 2 fig.)

(52) WURTZ, A. - Croissance d'une volvocale: *Pandorina morum* dans divers milieux minéraux et organiques. (C. R. Soc. Biol. 1949, 143, pp. 1483.). (Laboratoire Cryptogamie du Muséum National d'Histoire naturelle de Paris)

---

# A sedimentation technique for counting algae and other organisms

by

J. W. G. LUND

Freshwater Biological Association, Far Sawrey, Ambleside,  
Westmorland.

The counting of algae by the method devised by Utermöhl has many advantages over others. The present method which is based on it, is not suggested as an alternative if an inverted microscope is available. It needs only a small amount of easily constructed apparatus and, provided an ordinary microscope is available, can be carried out without much expense and in the absence of laboratory facilities, for example in the home or on expeditions. Other methods that were devised suffered from the defect that it is very difficult to remove cells sedimented into narrow spaces such as narrow centrifuge tubes or capillary tubes or pipettes. Though results could be obtained by using these alternative methods, which give a randomly distributed series of counts, the means, and often the range as well, were slightly but significantly lower than those obtained by the use of the Utermöhl technique. To ensure that no loss of cells could occur when using the Utermöhl technique, the volumes employed were such that the only sampling operation was pipetting from the water sample collected in the field to the counting chamber. In this way, possible losses due to pre-concentration or dilution of the water removed from the field sample was avoided. In any case, however, such losses should not occur if the treatment of a sample after collection is carried out properly, since it is itself equivalent to taking a sample, 'a process which can be repeated indefinitely without adding to the variability of the resulting count' (Ricker 1937, p. 78; see also Lund, Le Cren and Kipling, in prep.).

The method here described has been applied to diverse algae and compared with the Utermöhl technique. The results are given in

Lund et al. (in prep.) which also describes that of Utermöhl<sup>1)</sup> and includes statistical tests on counts made by that method. The counts employing the new method were made by the author; if two or more workers count the same material, there may be small but significant differences in the results. The method involves the sedimentation of the algae into a length of glass tubing attached to a low glass ring, the latter being permanently fixed to a microscope slide. The tubing and ring when joined form the *sedimentation tube*. When sedimentation is complete, the glass tubing is removed and the algae on the floor of the chamber formed by the ring are counted in the same way as in the Utermöhl technique. There is no reason why the method should not be used for any microorganism, one or more of whose dimensions is above about 5  $\mu$ .

#### *Equipment and construction of apparatus*

A compound microscope with a mechanical stage, substage condenser, 16 mm. objective and  $\times 15$  ocular, fitted with the cross-hairs used in the Utermöhl (1931) technique (see also Lund et al. (in prep.) should cover all needs. If only relatively large algae or animal organisms such as rotifers, ciliates or crustacea are being enumerated, lower powers of magnification (e.g. a 25 mm. objective and  $\times 10$  ocular) can be used, while for minute algae and protozoa it may be necessary to employ higher powers. For the latter, an objective with a long working distance, such as the 4 mm. made by Newton and Co. Ltd., London may be an advantage. In the author's experience, however, if the organisms to be counted are so small as not to allow of the use of a lower objective combined with a high power ocular, it is better to use quite a different method, for example a haemocytometer, some form of graduated slide or a glass capillary. Other things being equal, the lower the power of the objective the better, for the floor of the counting chamber can then be covered in fewer fields of view. If a binocular tube is used, this will give added magnification.

Mounted needles, forceps, a scalpel, pipettes, microscope slides and thin coverglasses, the diameter of which should be somewhat greater than that of the sedimentation tube, will be needed.

The two parts of the sedimentation tube are made from 1—2 cm. wide glass tubing. A part of this is cut into rings, the height of which is less than the working distance of the objective to be used.

<sup>1)</sup> Some minor changes have been made in the technique as generally used.

For a 16 mm. objective the height should be about 5 mm. or less and, for a 25 mm. objective, 20 mm. or less. Since the rings are similar to those used for hanging drop cultures, any dealer in microscope accessories would doubtless supply them to order. The rings are ground flat at each end. An equal number of 6—7 or 4—5 cm lengths are cut from the same tubing to furnish the long and short sedimentation tubes respectively, one end of each being ground flat. Each ring is permanently sealed to a slide. Araldite<sup>1)</sup> is satisfactory for the purpose, but any cement that differs markedly in solubility, from that (e.g. polystyrene) used to fix the longer tubes to the rings, is suitable. After sealing, all traces of cement must be removed with a needle or pointed scalpel from the inside of the ring to ensure that all parts of the floor of the counting chamber are visible. The ground end of the longer tube is placed on the free end of the ring to make the sedimentation tube. The two are joined together with an easily removable cement. Polystyrene is satisfactory for this purpose and is made up as follows: — 15 gm polystyrene are dissolved in 30 ml of xylene to which 5 ml of dibutylphthalate is added as a plasticiser (commercial 'butylphthalate' is suitable). The solution may be thickened by evaporation or thinned by addition of xylene, according to need. First, the longer tube is fixed lightly to the ring with dabs of polystyrene. When these have dried, a complete ring of polystyrene is brushed on to seal the join; a turntable such as that used for ringing microscope coverglasses facilitates this operation. If the polystyrene is allowed to harden for 12—24 hrs. at room temperature, it will acquire a somewhat rubbery consistency and forms an easily removable seal. Rapid drying can be obtained by heating, but if this goes too far a thin and relatively hard film is produced which is not easily removed. Since polystyrene may run down on to the cement, sealing the ring to the slide, the latter must differ in solubility from the former.

The siphon used should be made of 1—2 mm bore tubing unless large organisms (e.g. Crustacea) are being examined. The shorter limb must be long enough to siphon off the water in the sedimentation tube down to the level of the join between tube and ring.

#### *Procedure.*

The preliminary treatment of the sample will depend on the density of the population to be counted. Dilution or concentration

---

<sup>1)</sup> Araldite can be obtained from Aero Research Ltd., Duxford, Cambs. and full instructions for its use are given with the samples (see also Moss 1951).

in a long glass tube (e.g. Nessler) may be necessary before running the precipitate into the sedimentation tube. If the volume is less than that of the ring cemented to the slide, the liquid is pipetted directly into the ring and the sedimentation tube can be dispensed with.

Two or three drops of a saturated solution of iodine in potassium iodide (i.e. Lugol's solution) are placed in the ring or sedimentation tube, as the case may be, before pipetting in the sample. In the latter case, this is allowed to stand for about three hours before removing, the supernatant water with the siphon until it is nearly at the level of the join between the tube and ring. The end of the short limb of the siphon is lowered as the level of the liquid falls, so that it always remains just below the surface. The nearer it approaches to the floor of the sedimentation chamber, the greater the likelihood of material being sucked up into it. When siphoning is complete, the sedimentation tube is left undisturbed for about 30 minutes, after which the polystyrene seal between the tube and ring is removed. This may be done easily, particularly if the polystyrene has not been heated, by pricking, with a needle round the upper edge of the join till enough polystyrene is loosened to enable the whole to be pulled off with a pair of forceps. If the polystyrene has been hardened by heating, it may be necessary to scrape it off with a scalpel. Some of the liquid above the join may now flow slowly out through the crack or the tube may be gently and slowly pulled off in a backwards and downwards direction. This is the most likely stage during the operation for losses of cells to occur but, provided there is not too much liquid above the join and sufficient iodine has been added, no such loss will occur. Indeed, immediate microscopic examination of the floor of the ring will usually show no movement on the part of any of the algae, but it is advisable to wait 20 or 30 minutes before covering the ring with a coverglass. In general, the top of the contained liquid, when the tube has been removed, projects above the rim of the ring, forming a convex meniscus. If it is below the rim, giving a concave meniscus, water should be added drop by drop till the meniscus becomes convex; in that case it will be necessary to allow approximately 30 minutes for cells which have been disturbed to re-settle on the bottom. A thin coverglass is then slid slowly and carefully across the ring in such a way that no air bubbles are included. If there are indications that air is being trapped in an increasing concavity appearing beneath the open edge of the coverglass, water should be added gently. If air does collect under the coverglass, the latter must be removed and the process repeated. Some liquid will probably flow over the edge of the ring during the operation, but this only affects the upper layers and no

loss of cells occurs. After leaving for a further 20 mins. in case any disturbance of the cells has occurred, the sample may be counted in the same way as when using an inverted microscope.

Definition is good, sometimes better than with an inverted microscope, except possibly near the edge of the ring, but this defect can easily be remedied by lowering the substage condenser. Indeed, once a suitable position for the latter has been found, it can be left there permanently. When using an inverted microscope, considerable time is sometimes spent in traversing areas of the base of the sedimentation tube where no algae occur. When this is so, a tube less than 1 cm. in diameter is advantageous, but when such a one is used optical conditions are rarely good near the edge. The method here described enables one to obtain better definition and clarity with these narrow tubes.

#### REFERENCES

LUND, J. W. G., LE CREN, E. D. and KIPLING, C. (In prep.) Certain quantitative methods for plankton algae and their precision.  
Moss, C. J. - 1951. - Synthetic resin adhesives for metal bonding. *Plastics* 16, (162) 3—6.  
RICKER, W. E. - 1937 - Statistical treatment of sampling processes in the enumeration of plankton organisms. *Arch. Hydrobiol.* 31, 68—84.  
UTERMOHL, H. - 1931. - Über das umgekehrte Mikroskop. *Arch. Hydrobiol.* 22, 643—5.

# Bibliography

## Dr. H. C. Redeke †

Hydrobiologie van Nederland. De Zoete Wateren.

(Hydrobiology of the Netherlands. The Fresh Waters)

C. de Boer — Helder 1948, 580 p. and 433 Fig.

Although published already in 1948 this book has not been reviewed in this periodical up till now. The author has intended to write for students a monograph of the Hydrobiology of the Netherlands in 4 parts viz. a general introduction, parts concerning the fresh waters and the brackish waters and at the end a chapter dealing with the zoogeography of the representatives of our freshwater and brackishwater fauna. His death in 1945 has unfortunately rendered impossible for him to execute this program and he has left behind a completely finished manuscript of the general introduction and the nearly finished chapter on the fresh waters. Miss A. P. C. de Vos, his collaborator for many years, has finished the latter according to his notations and she has edited these parts after his death.

In the list of literature at the end she has moreover included everything published up till then concerning the brackish water of the Netherlands. At the end of this the titels have been given of all the publications of Redeke during the period from 1896 till 1943.

Though incomplete from the point of view of the setup Redeke intended to give his Hydrobiology of the Netherlands, this book introduces us to his knowledge of the freshwater biology of the Netherlands obtained during many years of his life. After a general introduction chapters deal with stagnant waters both eutrophic and oligotrophic, with flowing waters, springs, brooks and the big rivers Meuse and Rhine. Of these types the topography, hydrology and biology is considered and for those different types of water representatives of the flora and fauna have been treated. It must be observed that Redeke considers as oligotrophic all waters poor in calcium or completely lacking it. Therefore acid waters, rich on humus, with

a more or less dystrophic character are called oligotrophic being so from his point of view.

Although we regret that his specialist knowledge of the brackish waters could not be included in this book, we ought to be thankful to Miss de Vos that she has had the courage to edit this part which may be considered complete in itself.

Apart from the intention of the author to render the available material accessible to students we find that he has achieved an outstanding summary of his period's knowledge of the freshwater biology of the Netherlands.

A. G. VORSTMAN.

DAHM, A. G., On *Bothrioplana semperi* M. BRAUN (Turbellaria Alloeocoela Cyclocoela). *Ark. f. Zool.*, Serie 2, Bd. 1, nr 33, 1951, 503—510, 1 fig., 1 plate.

Summarizing the known data on the family Bothrioplanidae and arriving at the conclusion that there exists only one species, viz. *B. semperi*, with a number of strains differing cytologically, biologically, but not morphologically, that could possibly achieve an effective isolation.

DAHM, A. G., Phagocata (= *Fonticola*) from South Sweden (Turbellaria Tricladida Paludicola), taxonomical, ecological and chorological studies, *K. Fysiogr. Selsk. Handl.*, N. F., 60, no 7, 1949, 32 pp., 7 figs., 3 tables, 2 diagrams, 2 maps.

*Phagocata vitta* Dugès probably is the sole species of *Phagocata* occurring in South Sweden, where it seems to be cold-stenothermous and to live under conditions that are not optimal either for its sexual or for its asexual reproduction.

GRØNTVED, J., Phytoplankton Studies. I. *Nitzschia frigida* Grun., an arctic-inner-baltic Diatom found in Danish waters, *K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd.*, XVIII, no 12, 1950, 20 pp., 6 figs., 1 plate, 2 tables. *Nitzschia frigida* has been recently found in Kattinge Bight, Denmark. The author gives a description of that species together with the original diagnosis; then a list of localities where it has been found outside Danish waters, and quite a detailed account of the Danish records. His conclusion is that the species probably has been found in the above locality due to an immigration helped by currents; its occurrence in other Danish localities is not improbable and has not been recorded, possibly due to the fact that its flowering period does not come — in certain cases — before the ice has reached a considerable thickness.

INSTITUTE OF FRESHWATER RESEARCH, DROTTNINGHOLM, Report no 31, Fishery Board of Sweden, Annual Report for the year 1949 and short papers, Lund 1950, 162 pp.

Containing Director's report for the year 1949, by S. RUNNSTROM, and short papers by G. ALM, F. FABRICIUS, A. JOHANSON, A. LINDROTH, G. MOLIN, A. MÄÄR, C. PUKE, S. RUNNSTROM and G. SÅRDSON.

FJERDINGSTAD, E., The Microphyte Communities of two stagnant fresh-water Ditches rich in  $H_2S$ , *Dansk Bot. Ark.*, 14, no 3, 1950, 44 pp., 7 fig., 5 tables.

Investigation of the microphyte communities in two ditches with high contents of  $H_2S$ , with chemical analyses. Two new species, *Dermocarpa fossae* and *Oscillatoria flava*, and two new varieties, *Dactylococopsis rhipidioides* HANDG. var. *solitaria* and *Phormidium molle* (KÜTZ). *Gom.* var. *chlorinum*, are described.

KOSTER, J. Th., Wieren van de Sint Pietersberg en omgeving, *Natuurhist. Maandbl.*, 39, no 10, 1950, 118—120, 12 figs.

Algae from Sint Pietersberg and vicinity. A short enumeration of Algae collected at Sint Pietersberg by Dr. R. A. Maas Geesteranus.

WERFF, A. VAN DER, On a characteristic Diatom from the skin film of Whales, *The Amsterdam Naturalist*, 1, no 3, 1950, 91—93, 2 figs.  
Description of the Diatom *Cocconeis ceticola* NELSON from the mucous film covering the skin of Whales.

CONSEILS POUR LA RECOLTE DES CRYPTOGAMES, Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Cryptogamie, Paris, 1950, 32 pp., figs. Instructions for collecting Cryptogamous plants. An exceedingly useful booklet, comprising several chapters written by specialists on the staff of the Laboratoire de Cryptogamie, Paris Museum and giving in a condensed form a huge amount of information. There are many figures illustrating the main points of the discussion. The booklet will be of great use to travellers, collectors and so on.

BOURRELLY, P. & E. MANGUIN, Contribution à l'Etude de la Flore Algale d'eau douce de Madagascar: le Lac de Tsimbazaza, *Mém. Inst. Scientif. de Madagascar*, s.B., II, 2, 1949, 161—190, 7 plates.

Contribution to the study of fresh-water algal flora of Madagascar: Lake Tsimbazaza. Commented list of 143 species and various forms of Algae found in Lake Tsimbazaza. Not less than 13 new species and forms are described.

BOURRELLY, P., L'Algothèque du Muséum: Notules algologiques 1—2, *Bull. du Muséum*, 2e Série, XXI, no 6, 1949, 757—760, 2 fig.  
Description of *Scenedesmus Heimii* nov. sp. and *Carteria inversa* (KORSCH.) BOUR. nov. comb.

BOURRELLY, P., Euglena oxyuris SCHMARDA et formes affines, *Bull. du Muséum*, 2e Série, XXI, no 5, 1949, 612—615, 2 fig.  
Revision of the taxonomic arrangement of the complex *Euglena oxyuris* SCHMARDA.

BOURRELLY, P., Deux Cyanophycées nouvelles du lac du Bourget: *Phormidium Franqueti* nov. sp. et *Aphanocapsa Farlowiana* DROUET et DAILY, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 96, 1949, 231—232, 1 fig.  
Two new Cyanophyceae from the lake Bourget.

PETERSEN, J. B., Observations on some small species of Eunotia, *Dansk Bot. Arkiv*, 14, no 1, 1950, 19 pp., 2 pl.  
With description of *Eunotia Steineckeii* n. sp.

HAYREN, E., Studier över vattnets vegetation och flora i Stor-Pernåviken, *Bidrag till kannedom af Finlands natur och folk*, H. 93, no 5, 1949, 62 pp. (with a German summary).  
Studies on water vegetation and flora in Stor-Pernåviken bay. Description of the various associations, with list of species.

STANGENBERG, M., Nitrogen and carbon in the bottom-deposits of lakes and in the soils under carp-ponds, *Verh. Int. Ver. f. theor. u. angew. Limn.*, X, 1949, 422—437, 5 fig., 4 tables.

Investigation on amount of carbon and nitrogen in some Polish lakes, on correlation of nitrogen and organic matter, on ratio of carbon to nitrogen and on nitrogen as an indicator of production in lakes and carp-ponds.

LINDBERG, H., Zur Kenntnis der Insektenfauna im Brackwasser des Baltischen Meeres, *Comment. Biol.*, X, 9, 1948, 206 pp., 1 table, 17 diagr., 43 maps.

To the knowledge of the Insect-fauna of brackish water of the Baltic. Contents: I. Introduction. — II. Area of investigation and method. — III. Fauna of investigated areas. — IV. Typical brackish-water insects. — V. Ecology and geographical distribution of Hemiptera and Coleoptera found in brackish-water of the Baltic. — VI. List of Molluscs, Crustacea, Arachnoidea and larvae of Odonata and Trichoptera found in the samples. — VII. Remarks on history of distribution of brackish-water insects. The subject is studied thoroughly, and the paper is a very valuable contribution to the knowledge of brackish-water insects of the region investigated.

SEGERSTRALE, S. G., Über die Verbreitung der Süßwasserschnecke Theodoxus (Neritina) fluviatilis (L.) in Finnland, *Comm. Biol.* IX, 12, 1945, 4 p.

On the distribution in Finland of the freshwater Snail *Theodoxus (Neritina) fluviatilis* (L.).

SEGERSTRALE, S. G., Über die Verbreitung der Mysiden in den Finnland umgebenden Meeresgewässern, *Comm. Biol.* IX, 15, 1945, 15 p., 5 fig., 1 map.

On the distribution of Mysids in the seas round Finland.

SEGERSTRALE, S. G., On the Occurrence of the Amphipod, *Gammarus duebeni* Lillj. in Finland, with Notes on the Ecology of the Species, *Comm. Biol.* IX, 18, 1946, 22 p., 8 fig.

PURASJOKI, K. J., Über das Vorkommen von *Fritillaria borealis* Lohm. (Appendicularia) im nördlichen Teil der Ostsee und in den Küstengewässern Finnlands, *Comm. Biol.* IX, 10, 1945, 8 p., 1 map, 3 diagr. On the presence of *Fritillaria borealis* Lohm. (Appendicularia) in the northern area of the Baltic and on the shores of Finland.

PURASJOKI, K. J., Quantitative Untersuchungen über die Mikrofauna des Meeresbodens in der Umgebung der Zoologischen Station Tvärminne an der Südküste Finnlands, *Comm. Biol.* IX, 14, 1945, 24 p., 1 fig., 1 table, 1 map.

Quantitative research on the microfauna of the sea-bottom in the vicinity of the zoological station Tvärmrinne on the south coast of Finnland.

WENT, A. E. J., Spring Fish: Are there Two Types of Winter Salmon?, *The Salmon and Trout Magazine*, no 125, Jan. 1949, 23—26, 1 diagr.

WENT, A. E. J., Salmon of the River Shannon in 1946 and 1947, *Journ. Cons. Int. de la Mer*, XVI, no 3, 1950, 341—357, 2 fig., 18 tables.

Condensed summary. — Most of the fish examined belonged to the two-year smolt class, and type B smolts were more numerous than type A smolts. More than three-quarters of the total catch were grilse; the second most important age-group was represented by small spring fish. Over 80% of the fish had lengths less than 27" 95. The average condition coefficient in 1946 was the lowest annual value recorded for the Shannon.

WENT, A. E. J., Sea Trout og the Owengowla (Gowla River), *Scient. Proc. Royal Dublin Society*, 25 (N. S.), no 5, July 1949, 55—62, 4 fig., 2 plates, 15 tables.

WENT, A. E. J. Salmon and Sea Trout of the River Inny, *Scient. Proc. Royal Dublin Society*, 24 (N. S.), no 29, Sept. 1948, 335—347, 5 fig., 1 plate, 24 tables.

MESSIKOMMER, E. - Grundlagen zu einer Algenflora des Kantons Glarus, *Mitt. Naturf. Ges. Kantons Glarus*, Heft VIII, 1951, 122 p., 3 fig., 3 pl., 1 map.

Elements of the algal flora of the Canton Glaris. — Part A contains a sketch of the milieu, with details of the waters investigated and a list of samples. Part B describes the collected material, with many statistical data and lists of forms found, with a special reference to the arctic-alpine elements. Part C is an addition on the Mettlenseeli, a small lake in the Netstal. Described as new: *Oocystis subspherica* sp. n., *Closterium subfusiforme* sp. n. (n. nov. pro *Cl. tumidum* Johns. var. *koreanum* Skvortzow), *Cosmarium margaritiferum* Menegh. f. *trigona* f. nov., *C. orthostichtum* Lund. var. *truncatum* var. nov., *C. subcrenatum* Hantzsch var. *Schmidlei* var. nov., *Staurastrum boreale* W. & G. S. West var. *robustum* var. nov., *St. glaronense* sp. n., *St. lanceolatum* Arch. var. *rotundatum* var. nov.

WILLER, A. - Zur Besiedlung des Hyperlimnions unserer Binnenseen, *Neue Ergebnisse u. Problemen der Zoologie (Klatt-Festschrift)*, 1089—1099, 1950.

On the occupation of the hyperlimnion in our interior lakes.

LÜLING, K. H. - Zur intraovarialen Entwicklung und Embryologie des Rotbarsches (*Sebastes marinus* L.), *Zool. Jahrb. (Anat.)*, 71/2, 1951, 145—192, 24 fig.

On the intraovarial development and embryology of *Sebastes marinus* L.

LUTHER, H. - Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinnland, *Acta Bot. Fenn.* 49, 1951, I: 231 pp., 15 tables, 5 fig., 4 pl., 100 maps; II: 370 pp., 1 map.

Distribution and ecology of the higher water-plants in brackish water round Ekenäs, South Finland. Contains: I. General part: The investigated region; Material and method; Bases of classification of the autecological research; Influence of the milieu-factors; Edaphic factors; Common action of the milieu-factors; Historical factors; Distributional groups and immigration. — II. Special part: Larger Helophyta („Schilfgewächse”); Observations on Algae; Hydrophyta; Aquatic Mosses; Characeae.

TUCKER, A. - Pigment extraction as a method of quantitative analysis of phytoplankton, *Tr. Am. Microsc. Soc.*, LXVIII/1, Jan. 1949, 21—33, 6 fig., 2 tabl.

— The phytoplankton of the Bay of Quinte, *Tr. Am. Microsc. Soc.*, LXVII/4, Oct. 1948, 365—383, 10 fig., 6 tables.

SAMPAIO, J. - Inventário das Algas citadas para a serra do gerês até à data da „Ia Reuniao de Botanica Peninsular” (Julho de 1948), *Agronomia Lusitana*, XII, 1950, 14 pp.

SAMPAIO, J. - Observações sobre os processos de conjugação sexual das Desmidias e correspondentes tipos de Zigosporos, *Bol. Soc. Broteriana*, XXIV (2), 1950, 41—71, figs. A—F, 1 folding plate.

HOESTLANDT, H. & GOBIN, F. - L'Eriochair sinensis H. Milne-Edwards en Alsace, *Tr. Lab. Hydrobiol. & Piscic. de Grenoble*, 1949—1950, 59—64, 2 fig.

VISSERSCHIP EN DRIJVENDE FABRIEK, *Visserij-Nieuws*, Suppl., 3/10, Febr. 1951, 15 pp., 7 fig.

Fishing-boat and Floating plant. A translation of the lecture by W. Lochridge on the British trawler Fairfree cf. *Transactions* 1949—50, 93, pt. 7).

BERZINS, B. - On the Collothecacean Rotatoria, with special reference to the species found in the Aneboda district, Sweden, *Ark. Zool.* (2) 1, no. 37, 1951, 565—592, 14 fig.

With a key to the genus *Collotheca*. Described as new: *Collotheca breviciliata* n. sp., *C. Voigtii* n. sp., *C. Edmondsoni* n. sp., *C. cucullata smolandica* n. sbsp., *C. bulbosa* n. sp., *C. Wiszniewski venusta* n. sbsp., *C. Thunmarki* n. sp., *C. Rasmae* n. sp., *C. Bilfingeri* n. n. pro *Floscularia calva* Bilfinger nec Hudson; *C. Lie-Petterseni* n. n. pro *Floscularia* sp. Lie-Pettersen.

SANDON, H. - An Illustrated Guide to the Freshwater Fishes of the Sudan, London, McCorquodale & Co., 1950, 61 pp., 14 ppls. (partly colored). A comprehensive little book that, as the author hopes, will certainly prove very useful for collecting data on the distribution of freshwater fishes of the Sudan. The methods of identification are described at some length, so that after having read them carefully one should be able to identify almost any fish one would come across. Besides, each species is carefully described and all information available about its ways, distribution and so on is given. The colored illustrations of more than twenty species by Mrs. Stubbs are beautiful.

Dr W. JUNK, PUBLISHERS, THE HAGUE, NETHERLANDS

# INSECTS AS HUMAN FOOD

by

F. S. BODENHEIMER

Jerusalem

1951. 346 p. w. 75 illustrations . . . . . f 10.—

"The utilization of insects as food was the proper instinctive response to the physiological need for animal proteins, fat or other substances which large quantities of insect food could provide."

*This is the very book for a gift to your friend.*

# PHYSIOLOGIA COMPARATA ET OECOLOGIA

AN INTERNATIONAL JOURNAL OF  
COMPARATIVE PHYSIOLOGY AND ECOLOGY

EDITED BY:

J. TEN CATE, Amsterdam

R. CHAUVIN, Paris

S. DIJKGRAAF, Utrecht

M. FLORKIN, Liège

M. FONTAINE, Paris

H. HEDIGER, Basel

B. A. HOUSSAY, Buenos Aires

C. W. MENG, Peiping

C. F. A. PANTIN, Cambridge

CHR. ROMIJN, Utrecht

P. SAWAYA, São Paulo

P. F. SCHOLANDER, Swartmore

E. J. SLIJPER, Amsterdam

H. J. VONK, Bogor

J. H. WELSH, Cambridge, Mass.

C. A. G. WIERSMA, Pasadena

G. M. YONGE, Glasgow

This international quarterly publishes articles dealing with comparative physiology and ecology of Vertebrates and Invertebrates. It also contains contributions on animal biology, for example on nutrition, feeding mechanism, locomotion, reproduction, hibernation, marine biology, etc. The journal contains a limited number of comprehensive book reviews. Text in English, French, and German mixed.

Current issue: Vol. II . . . . . f 36.—

17 May '62 F

Vol. III

Nr. 4

## CONTENTS

E. BALECH, Deuxième Contribution à la Connaissance des Peridinium .....	305
B. H. DUSSART, La productivité de l'eau .....	331
C. L. DEELDER, A Contribution to the Knowledge of the stunted Growth of Perch ( <i>Perca fluviatilis L.</i> ) in Holland	357
P. BOURRELLY, Activités algologiques et limnologiques en France pendant l'année 1950 .....	379
J. W. G. LUND, A sedimentation technique for counting algae and other organisms .....	390
Bibliography .....	395

Prix de souscription d'un volume (env. 400 p. en 4 fasc.) . . . fl. holl. 40.—  
Subscription price for the volume (about 400 pp. in 4 parts) Dutch fl. 40.—  
Abonnement pro Band (ca. 400 Seiten in 4 Heften) . . . Holl. fl. 40.—